El SISTEMA HIDRÁULICO EN EL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE CHURAJON

Por: Paul Jofrey Zeballos (Arqueólogo) **JULIO 2024**
paul130uz@yahoo.com

AGRADECIMIENTOS: Paulino y Marina Escapa, Manuel y Teresa Ale, Pio y Elma Pelayo pobladores de Churajon y pobladores de Tasata, que gracias a su ayuda y cariño se puede desarrollar dicha investigación. A Luis H. Díaz (Arqueólogo), a Gonzalo E. Oporto (Antropólogo) por su compañía y ayuda en este trabajo. A mi madre en vida y padre (Q.E.P.D) por creer en mí.

El complejo arqueológico de Churajon está ubicado políticamente en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa y distrito de Polobaya; geográficamente se ubica en la sierra de Arequipa, Región Quechua, ubicado a 40 Km de la ciudad de Arequipa en dirección del santuario de Chapí. Con su Centro Religioso Administrativo de Churajon que es el núcleo principal del conjunto, está constituido por una gran cantidad de terrazas agrícolas o andenes que lo rodean con redes de canales y reservorios, que se hallan destruidos y abandonados (2024). con un total de casi 1,850 hectáreas, y con unos 47.20 km cuadrados con un perímetro de 27.43 km. (fig. 28). Constituyendo un centro de desarrollo en el sur del Perú, y conformado por 6 sitios arqueológicos con: su centro nuclear el Centro Administrativo Religioso de Churajon (Cerro Sahuaca - urbe) Colina Buenavista (urbe), cerro Parasca (urbe), cerro Torre Ccasa (urbe), Cerro Santuario de la Luna (Cerro Choquellampa o Mollebaya - Adoratorio), y Cerro Gentilar (urbe); estos conforman toda una ciudad urbana para la época.

Las innovaciones agrícolas y el crecimiento población del Complejo arqueológico de Churajon produjo a través de los siglos una impresionante creación de sistemas hídricos y andenes agrícolas, quienes supieron adaptar y modificar la geografía abrupta del área con una gran cantidad de cerros, quebradas estrechas, terreno rocoso, planos inclinados, etc., y que estos antiguos pobladores de Churajon supieron aprovechar y transformar el medio para su beneficio propio, en áreas óptimas para el cultivo y vivienda, esta transformación conto con una gran cantidad de canales, bocatomas y reservorios de agua (sistemas hídricos), base fundamental para el desarrollo de la agricultura y urbanismo en el área. Al transformar esta Geografía abrupta los hizo a ellos unos grandes maestros en ingeniería ***hidráulica y agrícola.*** Todas estas innovaciones en ingeniería se dieron por la carencia o falta de áreas planas para el cultivo, así como fuentes suficientes de agua para el desarrollo de su extensa agricultura. Con el ingenioso método de andenes, canales, bocatomas y reservorios resolvieron el problema de la hidrología y geografía abrupta, estableciéndose y produciendo grandes y fructíferas extensiones de terreno agrícola y urbano en el páramo del complejo arqueológico de Churajon, y esto gracias al sistema de hídrico que supieron aplicar, innovar y desarrollar magistralmente.

Leónidas Bernedo Málaga. describe su primera impresión acerca de los canales en el Complejo Arqueológico de Churajon: *"En noviembre de 1930 hice mi primera excursión a las vertientes que dan origen al río Yarabamba en las regiones de Totorani y de la Pampa de Uzuña, expedición que fue coronada con el éxito más feliz que cabe imaginar. pues en ella descubrí los grandes canales de irrigación de que se sirvieron los antiguos indios' para sacar todo el caudal de agua que riega actualmente los extensos campos de cultivo de Quequeña y Yarabamba. y que ellos aprovecharon para irrigar los numerosos cerros desde Polobaya hasta cerca del valle de Chapi"* (Bernedo L, 1949: 61).

La agricultura transformó completamente la vida del hombre andino. Las labores periódicas agrícolas arraigaron al ser humano a la tierra y esta constancia en su vida activa dio el fruto de su trabajo como resultado en la formación de una sociedad estable y organizada, no solo dentro del complejo arqueológico de Churajon, sino en otras localidades y en toda la extensión del territorio de la nación o cultura Churajon; todo ese esfuerzo en el desarrollo de las andenerías y los sistemas hídricos, es el principio indispensable de desarrollo de toda cultura (Bernedo L, 1949: 91)

Hasta la fecha (2025) los andenes no han sido reutilizados en su mayoría; este abandono se produjo en la época de la visita del Virrey Toledo (1572), época que se da inicio de las reducciones en el Perú, donde el área fue totalmente despoblada y abandonada. Posteriormente en la erupción del volcán Huaynaputina (1600), es durante este periodo que el área arqueológica fue cubierta con cenizas volcánicas dejando la tierra completamente inservible para la agricultura, y por la falta de mantenimiento, se perdió completamente los ricos terrenos agrícolas y todo tipo estructuras incluyendo las hidráulicas que hoy en día yacen cubiertos con cenizas volcánicas.

Los afluentes de aguas superficiales que se canalizan a través de estructuras naturales como ríos, riachuelos, manantiales, lagunas (Pérez de la Cruz F, 2011: 2) (Moreno J, 2004: 4) (Fig. 25, 26), y son aprovechados por las personas actualmente, que a su vez son captadas a través de bocatomas, y que son transportadas por canales y almacenadas en reservorios; que suministran el agua de forma continua a los centros habitacionales y los campos agrícolas.

El sistema de captación de agua en el complejo arqueológico de Churajon fue por gravedad, este sistema por gravedad, funciona cuando la fuente de agua que se encuentra por encima a una altitud mayor del lugar o punto de aprovechamiento (Agüero R, 2004: 7); una excesiva pendiente, aumenta la velocidad del agua y erosionaría el fondo del canal, mientras que la poca pendiente, disminuye la velocidad del agua, aunque se acumulan rocas y tierra en el fondo (Ruiz J, 2019: 144). Los canales por donde transportaban el agua pudieron tener una mínima pendiente entre 2° y posible 4° grado[1] de inclinación o quizás un poco más (NDSPRO, 2007: 3, 6) (Gonzales F. et al, 2014: 258) (Domínguez F, 1950: 2). Otros autores la mayoría por decirlo así, prefieren realizar los cálculos de la distancia por declives es decir cada 1000/9 m de pendiente, o 1000/7 m esto quiere decir que cada mil metros hay un declive de 7m o 9m; lo importante en esto es mantener un promedio de entre 0.20 m^3/s a 0.30 m^3/s (para canales de tierra), para evitar crecimiento de vegetación y acumulaciones excesivas de arenas y limos (sedimentos) en el cauce de los canales (Domínguez F, 1950: 3) (Varas E, Sandoval J, 1991: 10) (Ruiz J, 2019: 147) (Castro F, La Motta E, 2020: 58 – Tabla 3) (French R, 1988: 279)**.**

La gravedad es el conductor principal para el transporte del agua (NDSPRO, 2007: 6), En relación con el efecto de la gravedad, el flujo[2] puede ser crítico, sub-crítico y supercrítico. Cuando se realizan pendientes muy pronunciadas el proceso de erosión tiende a ser muy destructivo, por la fuerza del agua (volumen + velocidad), especialmente en las curvas del canal que siguen el terreno geográfico (ANA, 2010: 7, 8), esto nos hace suponer y afirmar que los pobladores andinos conocían muy bien los principios de hidráulica (Erizón J, Ruiz R, 2019: 148). Nos dice Javier Ruiz: *"La velocidad de flujo del agua no debe ser ni muy lenta ni muy rápida. Si el flujo de agua es demasiado lento, los canales se sedimentarían rápidamente y simplemente no servirían. De ser más veloz de lo necesario el agua ocasionaría la erosión del canal o su desborde en las curvas o en los cambios de pendiente"* (Ruiz J, 2019: 146). Los diversos tipos de captación de agua eran por gravedad y dependían, en gran parte de las características que tenga la fuente de agua, así como el caudal que se requiera, o de las características geológicas, hidrológicas y topográficas de la zona. (Pérez de la Cruz F, 2011: 10). Este conocimiento en ingeniera fue muy bien conocido por los habitantes del complejo arqueológico de Churajon, quienes los llevo a buscar sus fuentes de agua por encima de los 3000 m.s.n.m.

En mi opinión en el complejo arqueológico de Churajon la velocidad de flujo del agua fue moderado o subcrítico manteniendo una velocidad de 0.20 m^3/s a 0.30 m^3/s, con las consecuencias de una leve sedimentación, pero que atreves del mantenimiento, este problema de acumulación de lodos y sedimentos pudo ser bien solucionado. La velocidad de flujo evitó la ruptura de los canales, por una constante velocidad de las aguas especialmente por la longitud de los canales que son por encima de 40 km de distancia (p.p 7, parr 3) entre el punto de las bocatomas y el complejo arqueológico de Churajon.

En cuanto al conocimiento de la ecuación de Froude, por los antiguos pobladores andinos, es un poco difícil afirmar esto, así como mencionan otro autor como Ruiz Javier (Ruiz J, 2019: 147,148). Me inclino a decir que el ensayo y error tuvo parte fundamental en este proceso, y que pasaron varios siglos hasta perfeccionar las técnicas constructivas y los métodos también, así como el poder descubrir que algunos grados de inclinación pudieron afectar o ayudar en el acumulamiento de sedimentos en los canales, justamente para esto debieron de tener algunos métodos matemáticos, instrumentos y técnicas constructivas que desconocemos. También es evidente y claro que ellos tuvieron que aplicar algún tipo de fórmulas matemáticas en el complejo arqueológico de Churajon, como en todo el mundo andino; no descarto la posibilidad de fórmulas[1] o ecuaciones matemáticas como las de Froude[2], Manning, Chezy etc., como las que tenemos actualmente. La mejor prueba del uso de fórmulas y ecuaciones son el resultado, que son los canales y reservorios.

(1) Fórmula para calcula de distancia y elevación: (Elevación / Distancia) x 100 = Pendiente. Ejemplo: 0,20 m de cambio de elevación/10 m de distancia x 100 = Pendiente es 2°, grados (°) o porcentaje (%). (0,20 / 10) x 100 = 2° o % (NDSPRO, 2007: 6)

(2) La fuerza de gravedad se mide a través del número de Froude (F). **a)** Flujo subcrítico si (F < 1), en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas arriba. **b)** Flujo critico (F = 1), donde las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio. **c)** Flujo supercrítico si (F > 1), en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrentoso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo (Villón M, 2007: 48) (Arancibia A, Carpio J, 2010: 46, 47).

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

Fórmula de Froude: v = velocidad media de la sección, en m/s. g = aceleración de la gravedad, en m/s^2. L = longitud característica de la sección, en m. Esta fórmula nos ayuda a calcular la fuerza de la gravedad en los canales. William Froude: Establece leyes confiables respecto a la resistencia del agua, En la mecánica de fluidos, un parámetro adimensional lleva su nombre (número de Froude) que sería el efecto de las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido. Froude nace 1810, Dartington, Inglaterra, y fallece 1879, en Simonstown, África del Sur.

Hasta que no se ubiquen fuentes escritas o evidencias tangibles de estos grandes constructores del pasado no podemos afirmar a ciencia cierta a cerca de fórmulas y ecuaciones matemáticas. Pero en algo se puede estar muy seguro y con otros autores, es que para un estudio del sistema hídrico tanto del pasado como en el presente se tuvo que aplicar y estudiar las citadas Formula y ecuaciones matemáticas; gracias a estas fórmulas podemos hacer cálculos acerca de la gravedad y pendientes (ángulos de elevación e inclinación), que se tienen en el terreno donde se construyeron estos magníficos sistemas hídricos del pasado, especialmente donde están involucradas grandes distancias en la construcción de canales.

Una explicación simple de entender es la que tomo de estos autores que se adecuaría muy bien al método de construcción del mundo andino americano que ayuda a conservar la estructura de los canales para que estos no puedan ser fracturados y destruidos por la fuerza y volumen del agua especialmente en el complejo arqueológico, así Roció Espín nos dicen: *"si la pendiente de un tramo es negativa (que es lo que necesitamos para que el agua corra) o si es positiva u horizontal. Para ello, nos ayudaremos del mismo sistema que se ha utilizado desde siempre: dejaremos verter un poco de agua por el cauce y veremos el sentido que toma. En todo caso, la pendiente no debería exceder nunca de un* 2% o un 3% cada 1000 m. *si fuera mayor, dispondremos de frenos o saltos realizados en piedra con el fin de aminorar la velocidad y la energía del agua, que pondrían en riesgo la integridad de la acequia"* (Espín R. et al, 2010: 29).

Para la captación de las aguas de los riachuelos, manantiales y diques artificiales se debió de realizar un estudio hidrológico previo, para medir los caudales que garanticen un aprovechamiento constante y objetivo del agua, así como un suministro seguro a la población del complejo arqueológico de Churajon. Lo mismo ocurrió con algunos, diques naturales y manantiales, en la quebrada de Candabaya (Fig. 25, 26). También se debió conocer la cantidad y calidad de agua que se necesitó y de la que se disponía. El volumen del agua de cada fuente, represento un dato importante, que aseguro el suministro constante del líquido elemento, a las áreas agrícolas y la población en general. La magnitud de las obras hídricas se basa en el crecimiento demográfico de la gente, (García A, Damiani O, 2020: 28). En el complejo arqueológico de Churajon no fue la excepción, toda el área agrícola hacen un total de 1850 hectáreas en su mayoría de andenería, que rodean cinco ciudadelas o urbes, y que todo esto conforman un conjunto de ciudadelas (cinco en total). El sistema hídrico satisfacía las necesidades de todos sus habitantes (Zeballos P, 2022: 13, 14).

Los antiguos Churajones debieron tener un conocimiento muy sistemático de la HIDROLOGIA en el área; realmente todo un cálculo y estudio de ingeniería hídrica simple y rudimentaria pero eficaz, para aquellos pobladores alto andinos que habitaron en el citado complejo arqueológico. La diferencia entre cotas nivel o altura, debió ser un factor muy importante y posiblemente debieron de tener algunos instrumentos que le ayuden a determinar la altitud versus distancia (distancia/altitud), donde se encontraban los manantiales o fuentes de agua y hacia donde ellos querían llevar el líquido elemento, siendo un punto más bajo; Es claro y lógico donde la distancia nos da la impresión de estar a casi un mismo nivel o cota de altitud, es por eso que no descarto la utilización de algunos instrumentos rudimentarios que ayudaron a ***medir la altitud***. Los aparatos más simples: cuerdas, plomadas (piedras o un material pesado) palos en forma de escuadras o una **"A"**, sería uno de los primeros instrumentos utilizados de este tipo (Fig. 19), por pobladores de primeras civilizaciones.

En Mesopotamia, (sumerios y caldeos), Egipto y China, con una antigüedad de 5000 A.C a 4500 A.C. El **nivel de escuadra** de tipo **"A"**, que permitía establecer con facilidad las medidas y altitud de planos verticales y horizontales, pronto se reveló como un instrumento preciso, rápido y de fácil manejo con él que se iban a mejorar considerablemente las condiciones de trabajo (Heras M, 2011: 8). Existían otros instrumentos en la época romana y griega como la **Dioptra** para griegos y **Groma** para Romanos, que servían para realizar las medidas de ángulos horizontales, la utilización de la dioptra, ya era conocida por Arquímedes y Euclides en el siglo III AC. El matemático griego Herón de Alejandría (10 -70 D.C) lo describió en un tratado titulado precisamente ***Dioptra*** (Heras M, 2011: 10).

Considero que el nivel de escuadra tipo **"A"** instrumento simple y rudimentario fue muy utilizado en el mundo andino prehispánico; compuesto de tres palos en forma de **"A"** mayúscula, donde en el medio colgaba una soguilla donde se amarraba un peso (Fig. 19), con este sistema de nivel se podrían medir y nivelar su terreo a construir (Vázquez A. et al, 2016: 41) (Zeballos P, 2022: 3); pero cabe la posibilidad que haya existido otro tipo de instrumentos de mediciones, nivelación y altitud que nos falte descubrir.

Este estudio de canales y reservorios nos demuestra una vez más, que estos habitantes de este complejo arqueológico fueron unos grandes ingenieros en la especialidad de hidráulica lo cual iremos demostrando estas proezas y habilidades más adelante.

Entre los **DIVERSOS TIPOS DE AGUAS SUPERFICIALES** identificados en el área arqueológica se tienen: **A)** de ***riachuelos*** (Fig. 25) que tienen poca profundidad pero tienen una mediana velocidad y donde el agua era almacenada en diques y captada a través de bocatomas y eran conducidas por canales y almacenada en reservorios; **B)** captaciones directas en los estrato permeables como, ***diques naturales*** (Fig. 25), que de allí pasa por el sistema de conducción bocatomas y canales que se encarga de conducir el agua a un estanque o reservorio; **C)** captación de agua en ***manantiales***, La infiltración del agua en un acuífero para su posterior recuperación, mediante su aprovechamiento (Martos S, et al, 2020: 4) y que recolectaban y transportaban estas agua a través de canales hasta depositarse en reservorios o recolectores de agua; **D)** Pequeños **d*iques o represas artificiales***, donde almacenaban el agua para después por canales ser transportadas a las áreas de cultivo y vivienda. El manteniendo del sistema hídrico era vital para tener un buen suministro de agua constante en toda el área del complejo arqueológico de Churajon.

¿Cómo los antiguos pobladores de Churajon realizaron el mantenimiento? de los sistemas hídricos de captación por gravedad a través de canales rústicos o naturales; se pueden decir que la conducción por este sistema tiene sus consecuencias, y ellos debieron hacer las siguientes actividades de mantenimiento como: **A)** La acumulación de objetos como hojas, palos, arenillas, etc. Ellos realizaron la limpieza (en exceso) de los canales, reservorios y bocatomas de captación, removiendo los sucios acumulados en el fondo, limpiando regularmente los canales de residuos sólidos (piedras voluminosas, arenas, etc.); y sedimentos en general, así como eliminar la presencia de organismos vivos como algas, musgos, raíces excesivas, hierbas, limos, etc., que llegan a destruir y atorar los canales (Ruiz J, 2019: 145), especialmente en el interior de la bocatoma o cámara de captación. (Pérez de la Cruz F, 2011: 29); esté tipo de limpieza debió de realizarse periódicamente**[3]** de acuerdo al tiempo que ellos pudieron calcular posiblemente cada 15 días o mensual, dependiendo de la acumulación de sedimentos, así como hoy en día los campesinos lo realizan; controlar el caudal, sobretodo en épocas de lluvias donde hay una gran cantidad de agua y arenillas; **B)** Ellos realizaron labores de mantenimiento acerca de roturas, por daños fortuitos así como el prever dichos daños a futuro; **C)** en la bocatoma de captación del agua, debió desarenarse aproximadamente cada 6 meses, o dependiendo del tiempo que ellos consideraron, para evitar el nivel de sedimentos que afecte el flujo de agua; posiblemente revisaron si existió alguna toma no autorizada o descarga (ruptura) que afecte el volumen o caudal de agua hacia el complejo de Churajon; **D)** periódicamente debieron medir el caudal de agua y la turbiedad del agua, mientras que de esta forma periódica se debió verificar el buen funcionamiento de todo el sistema hídrico en el complejo arqueológico de Churajon (Moreno J, 2004: 4,5) (Pérez de la Cruz F, 2011: 10).

En cuanto a las operación y mantenimiento que debieron hacerse en el sistema hídrico, fue un acto muy importante y prescindible, ellos tomaron el agua de los riachuelos, manantiales y embalses, existentes en el área, Todas estas acciones que realizaron son en base a investigaciones y observaciones actuales (2025) y de los campesinos del complejo arqueológico quienes realizan estos trabajos de mantenimiento que son trabajos hidráulicos actuales.

Según el Ing. Jorge Sandoval nos dice: Las personas que estuvieron relacionadas con el riego, deben saber la respuesta a las tres grandes preguntas siguientes: **A)** ¿Cuánto regar?, o sea la lámina, volumen o cantidad de agua a aplicar en cada riego, **B)** ¿Cuándo regar?, o sea con qué frecuencia se debe repetir riegos Consecutivos y cuál es el criterio para determinar esa frecuencia, **C)** ¿Cómo regar?, o sea de qué forma aplicar el agua al suelo, lo que constituye un método de riego, Las respuestas a estas preguntas permiten el uso eficiente y racional del agua y, para contestarlas se tiene que estudiar los aspectos fundamentales del sistema agua suelo-planta-atmósfera y los métodos más usados para regar (Sandoval J, 2007: 13, 14). Este punto es muy importante especialmente en la antigua sociedad Churajon, donde ellos realizaron este tipo de tres preguntas, y en base a ellas es que construyeron esas magnificas redes hídricas de diques, canales y reservorios; para poder regar sus extensas áreas agrícolas y construcción y mantenimiento de sus estructuras Hídricas; este tipo de pensamiento demostraría un conocimiento grande de metodología de irrigación, gracias a los siglos de experiencia, en base al ensayo y el error, el descubrimiento de algunas ecuaciones matemáticas y un factor importante del intercambio cultural con otras sociedades contemporáneas de nuevos métodos y técnicas de irrigación. También otro factor seria la herencia e influencia cultural de sociedades anteriores al estilo Churajon, quienes enseñaron nuevas tecnologías de regadío y sistemas hidráulicos posiblemente de Wari y Tiwanaku (H. Medio), (Szykulski J, 2010: 201), sin dejar de lado al estilo Tasata (Formativo [H. Temprano] – I. Temprano) muy presente en el área arqueológica (Szykulski J, 2010: 187, 190), que debió tener algunos conocimientos de sistemas hidráulicos, y posiblemente contacto directo con Wari y Tiwanaku.

(3) una vez por año realizar el mantenimiento de los canales, retirando los sedimentos acumulados. Semanalmente o con una frecuencia determinada en base a la experiencia local, retirar hierbas del talud, retirar troncos de árboles o piedras voluminosas u otros materiales que puedan interrumpir el flujo en el canal y originar el rebose. Inspeccionar que no se empleen los canales como botadero de basura o vertido de residuos líquidos (Moreno J, 2004: 5).

A través del avance de los descubrimientos arqueológicos donde se afirmaba que el inicio de los asentamientos humanos se dio gracias al descubrimiento de la agricultura, pues parece ser al revés donde primero los grupos nómades se van asentando y creando formas urbanas incipientes y donde la agricultura y ganadería se van creando dentro de los primeros núcleos urbanos, tal y como describe Jane Jacobs (1975) en su libro “La economía de las ciudades” Donde esta teoría es mencionada por muchos autores e investigadores y que en mi opinión concuerdo con esta afirmación (Morris, 1984:12), (Jacobs J, 1975: 9, 10).
La actividad agraria se remonta hace unos 9000 años B.P, siendo el uso de árboles frutales y pequeños cultivos que necesitaron el uso de canales para su regadío, la actividad agraria es un uso reciente en la vida humana, posterior a esta el ser humano era cazador y recolector. El intento hidráulico es aún es más reciente, siendo uno de los primeros los sumerios en las riberas del rio Tigris y Éufrates alrededor de unos 6500 años B.P y en China se desarrollaron obras de regadío alrededor 4000 A.C en el valle de Hoag Ho. Los Cartagineses que al comienzo fueron una colonia Fenicia, fueron unos expertos agricultores, quienes crecieron y desarrollaron bajo climas extremos del actual territorio de Palestina, Líbano y Siria. Teniendo productos agrícolas eficientes, gracias a los regadíos por canales. Los egipcios emplearon abundantes canales para aprovechar las crecidas del rio Nilo, dichos canales de regadío datan del año 1000 A.C. (Nadal E, 1980: 8,9,10).

Si hay algo mágico en el mundo, se encuentra en el agua, Siempre lo pensé (Gelles P, 2002: 12). Los Andes sudamericanos es una de las cordilleras más grandes del mundo, y es aquí donde se asentó una de las mayores poblaciones de **“nativos americanos”**[4] del continente sudamericano.
Estos pobladores americanos que viven desde los 0 metros hasta los excepcionales 5,000 m.s.n.m. y que están repartidos ·en cientos de caseríos, pueblos y ciudades que se extienden sobre tierras abruptas y escarpadas, en valles cálidos y fértiles, en empinadas laderas, y en altas y congeladas llanuras (Gelles P, 2002: 17).

A sido y es el agua, uno de los recursos más utilizados desde el punto de vista cultural, ritual y ceremonial en las sociedades y naciones andinas, tanto del presente como del pasado, es hoy en día un elemento central y fundamental para la producción de muchos sistemas agrícolas y vida en las urbes tanto del presente como del pasado de estas sociedades sudamericanas; el culto al agua fue una necesidad sagrada en las sociedades andinas del pasado. Esta afirmación se basa en el trabajo de investigación de un PMA (Proyecto Monitoreo Arqueológico) que tuve, (1999 – UCSM, proyecto las esclavas) donde de una manera fortuita salieron dos keros pertenecientes al estilo cultural de Churajon, donde estaban enterrados a una profundidad de 1.80 m, aproximado, cercanos a un canal actual de agua que por informes de los locales provenía desde tiempos precolombinos, estos habían sido enterrados allí con otros fragmentos de cerámica, y posiblemente otros elementos orgánicos que se han desintegrados por la humedad y el tiempo. Dichos keros y otros elementos, fueron ofrendas al agua, que se suministraba a través del canal de regadío. Estos Keros pertenecen a la fase tres cruces o Churajon tardío (1350 al 1500 D.C) (López M, 2021: 62) (Fig. 1).

Según Dominica Sieczkowska nos dice: La absoluta necesidad de los Incas de controlar el flujo de agua en el contexto arquitectónico a menudo se asocia con la necesidad de aplicar el agua en un contexto espiritual, sin embargo, también se asocia muy a menudo con la necesidad de controlar el agua, que como elemento impredecible puede ser una fuerza destructiva, particularmente en las condiciones andinas (Sieczkowska D, et al. 2022: 1).



⬆(Fig. 1) Dos keros hallados corresponden al estilo Churajon, fase tres cruces. Estos keros son de engobe rojo, con iconografía típica de Churajon que representan los rombos, y líneas entrecortadas y los colores típicos de este estilo; color blanco, rojo y negro. El engobe es color rojo, post cocción. Medidas promedio: 19 cm de altura, 19 cm de diámetro en la boca, la base de diámetro es de 9.5 cm.

(4) Considero que el término **“Nativos Americanos”** es mejor que usar indígena que sería un derivado de indio. En norte américa los autóctonos, se hacen llamar **“nativos”.** Los habitantes precolombinos de todo el continente americano, serían los verdaderos americanos, o nativos americanos.

Entre los logros notables de las civilizaciones prehispánicas del Perú se encuentra la creación de sistemas agrícolas capaces de mitigar la inherente, los riesgos de los entornos de tierra seca en variados aspectos ecológicos nichos, desde los desiertos costeros hasta los semiáridos gran altitud (altiplano). En el altiplano, una cordillera de diferentes soluciones, incluyendo embalses artificiales o áreas de cultivo húmedas llamadas cochas (Flores Ochoa y Paz Flores, 1986) y campos elevados llamados camellones o waru waru al borde del lago Titicaca (Erickson, 1987), (Kendall A, 2005: 205, 206).

En el Perú – departamento de Lima, existió una de las civilizaciones más antiguas del continente sudamericano, que es Caral en el valle de Supe, con una antigüedad promedio de 5000 años B.P, es aquí donde se ubican como unos 20 asentamientos habitados que se han registrado, en la complejidad del diseño de los espacios construidos y en la monumentalidad, Si se comparan los asentamientos de Supe con los identificados en los valles vecinos y en otros del área (Shady R, 2006: 60). "Los habitantes del valle trabajaron sus campos de cultivo sin el requerimiento de una tecnología sofisticada. El río Supe discurre casi al nivel de las tierras, que pueden ser fácilmente irrigadas, mediante la excavación de simples canales. Si bien el río solo carga agua en una corta temporada, la población contaba con una fuente fluvial subterránea que filtraba en una serie de manantiales o puquios de donde se aprovisionaba de agua, en la época de estío, para el consumo y el riego agrícola. Las tierras son fértiles y están distribuidas en varias zonas ecológicas desde la sección baja hasta la media alta del valle, alrededor de los 700 m.s.n.m" (Shady R, 2006: 63, 64).

Los trabajos de Ruth Shady y su equipo de arqueólogos, nos da a conocer que unos de los primeros sistemas hidráulicos incipientes empleados fue en esta área de Caral (valle del supe), donde emplearon canales y bocatomas para extraer el agua de manantiales cercanos y el mismo afluente del rio Supe. El desarrollo de la agricultura y sus respectivos sistemas de riego van juntos, y es posible que desde este sitio denominado Caral se haya difundido las técnicas de cultivo y regadío por todos los andes centrales y posteriormente al sur y norte del Perú; y al resto del continente sudamericano y que con el pasar de los siglos se han ido sofisticando y tecnificando de acuerdo a las necesidades y conveniencias de sus habitantes.

La cultura Nazca (100 – 700 D.C, Intermedio Temprano), en una de sus actividades de desarrollo, fue la construcción de acueductos en una zona con déficit de recurso hídrico, y con la restricción de estar en terreno permeable. Son un símbolo de la ingeniería hidráulica en el Perú; las obras de acueductos debieron significar gran esfuerzo físico, organizado y dirección técnica de la ingeniería hidráulica (Crispín M, 2016: 1). Katharina Schreiber y Josué Lancho, argumentan que los sistemas de puquios de los Nazca fueron construidos como trincheras abiertas, las cuales subsiguientemente eran rellenadas, mediante el uso de estructuras de dinteles de piedras, madera y piedras de soporte que preservaban el conducto subterráneo. Se construyeron "ojos o pozos de agua" cada cierta distancia con accesos helicoidales, estos canales subterráneos presentaban estos pozos, para ser accesibles a su uso, y poder realizar la limpieza y mantenimiento necesarios (Schreiber y Lancho 1995: 234) (Crispín M, 2016: 2, 11). Desde la fecha que fueron construidos hasta el presente estos pozos y acueductos siguen siendo utilizados para la irrigación actual en agricultura, y sirven para otros quehaceres de los pobladores locales como agua para su consumo, lavar ropas, agua para sus animales, etc., (2025).

Podemos deducir que estos antiguos pobladores de Nazca, utilizaron y conocieron algunas fórmulas matematicas e instrumentos de elevación e inclinación que es lo que necesitamos para que el agua corra sin exceder entre un 2% o 3% (Espín R, et al. 2010: 29), o que seria entre 0.20 m^3/s a 0.30 m^3/s, que es lo óptimo, así evitaremos la excesiva acumulación de sedimentos y corrientes rápidas que romperían los canales. Puede ser que atreves de los Nazcas se haya dado el desarrollo y perfeccionamiento de la ***"ingeniería hidráulica"*** propiamente dicha, con algunos instrumentos (que desconocemos actualmente), técnicas y métodos, y una posterior difusión por los andes sudamericanos llegando así a diferentes culturas a través del tiempo; posiblemente esta ciencia de la hidráulica se haya realizado como intercambios (trueque) comerciales, políticos, sociales, alianzas entre reinos, etc. Es importante mencionar que el contacto o influencia de Wari en la región de Nazca; haya tomado tecnología de los antiguos pobladores Nazcas, y que los Wari también jugaron un factor importante en la difusión de esta ingeniería hidráulica durante el Horizonte Medio con la hegemonía de estos dos reinos, Wari y Tiahuanaco (Kendall A, Rodríguez A, 2019: 45). Mencionar los logros de cada estilo cultural a través del tiempo es un tema muy amplio, pero esto nos sirve como referencia para poder comparar y decir en cierta forma los orígenes de los sistemas hidráulicos desde el periodo pre cerámico tardío y formativo donde estos sistemas van evolucionando hasta llegar a sistemas hídricos sofisticados con un alto grado de ingeniería hídrica como en Nazca y muy posterior en los Incas y Churajon [(Intermedio Temprano 1050 – 1400 D.C) y Horizonte Tardío (1400 – 1532 D.C)].

Según María Benavidez: "El agua era llevada a los andenes desde las laderas de altura en canales artificiales que podían tener muchas millas de largo, desde las quebradas de altura, donde interceptaban arroyos perennes alimentados por los deshielos de los glaciales. Algunas terrazas tienen angostos canales verticales a los extremos de los muros de contención. En otros casos, el agua caía de piedras elevadas y era recibida en piedras ahuecadas en la zona baja. El tercer método era llevar el agua encima de las paredes laterales de las terrazas, que tenían doble hilera de piedras que formaban el canal hidráulico" (Benavides M. 2004: 65). Esta afirmación encaja muy bien en el complejo arqueológico de Churajon, con la diferencia que esta está ubicada en diferente estilo cultural, espacio y tiempo, esto nos demostraría que hubo intercambio de tecnología entre una y otras culturas andinas a través del tiempo y espacio; y por supuesto a Wari como gran difusor de cultura andina.

El agua provine del nevado Pichu Pichu, producto del deshielo especialmente de la cadena sur de dicho nevado (Fig. 29), dicha agua aflora a través de varios manantiales o puquios (Anani L et al, 2016: 30) y que llegan a formar riachuelos de un cierto caudal pequeños y que discurren por las quebradas de esta área geográfica. Estos puquios se ubicaban en las laderas del nevado Pichu Pichu, y que actualmente existen y desde allí trajeron el agua hacia el complejo arqueológico de Churajon; Se tiene dos estaciones pluviales la de abundancia de lluvia (enero-junio) y la de seca (julio-diciembre). Las precipitaciones pluviales que se dan en dicho nevado son producto de la evaporación del océano pacifico (vertiente del pacifico), así como de la evaporación de la selva de las amazonas (vertiente del atlántico) (Anani L et al, 2016: 14). Según Willems Bram y Scott Christopher nos dicen: La humedad del Amazonas se precipita a medida que asciende por los Andes, el agua se almacena en forma de glaciares y nieve, lagos y humedales en las cabeceras de las cuencas, y esto finalmente drena hacia el este y laderas occidentales de la cordillera asegurando el abastecimiento de agua durante todo el año (Willems B, Scott C, 2013: 1).

Según como lo describe Monseñor Leónidas B. Málaga (1949) y dice: *"De todas estas notables obras de irrigación artificial, planificadas y efectuadas con éxito plausible por los laboriosos e imbatibles puquinas la que más se caracteriza por el esfuerzo extraordinario que exigió su construcción fue el canal que conducía el agua desde las caudalosas fuentes de la pampa de Uzuña, cerca del Pichu-Pichu, hasta la maravillosa andenería de Churajon. Este acueducto de primera magnitud, si se compara con todos las demás de la región irrigada, hace un recorrido de cerca de cuarenta kilómetros por colinas rocosa desiertos, torrenteras y profundas quebradas y al llegar a la ciudad mencionada se ramificaba e infinidad de canales menores que se extendían por la vasta región agrícola de miles de hectáreas"* (Bernedo L, 1949: 131).
Otra cita: *"El agua que irrigaba las andenerías de los Puquina y Churajon provenían de las pampas de Uzuña cerca del Pichu - Pichu, estos acueductos tenían un recorrido de 40 km, recorriendo por colinas, rocas, desiertos, torrenteras y profundas quebradas, construyendo un túnel en el cerro Roquehuaya cerca de la pampa de Uzuña con el fin de acortar distancia y evitar acantilados que en época de lluvias sufrían de derrumbes. Este canal principal al llegar al Complejo de Churajon se ramificaba en otros canales menores que se extendían por toda el área agrícola de Churajon."* (Bernedo L, 1949: 130, 131).
Como podemos apreciar L. Bernedo Málaga hace una descripción interesante de Canales, Reservorios y represas, incluso menciona que dichos canales en algunas áreas estaban bajo tierra (túneles), En base a sus investigaciones y las de esta investigación, podemos decir que la nación Churajon tuvo un alto grado de conocimiento de Ingeniera Hidráulica.

Según L. Bernedo Málaga nos dice que estos pobladores prehispánicos tenían un gran conocimiento de ingeniería hidráulica, cómo podemos ver en la lámina XXXVII (Bernedo L, 1949: 183), en estos dibujos frente al Centro Administrativo de Churajon y el cerro Torre Ccasa, se observa 3 canales primarios estos antiguos canales, actualmente están cubiertos con cenizas de la explosión del volcán Huaynaputina, el llama rio Jalan (p.p 18, parr 5), al riachuelo de Candabaya según los pobladores actuales del complejo arqueológico de Churajon. Este arroyo discurre por la quebrada y pampa de Candabaya, y que estas aguas son de origen de ojos de agua o manantiales y que salen del mismo cause y discurren por esta quebrada, esta agua también sale de la parte alta de esta pampa de los cerros circundantes aledaños al riachuelo y de las mismas paredes de la quebrada del riachuelo. Estos manantiales han sido prospectados a lo largo y ancho hasta sus fuentes o brotes de agua del subsuelo. Definitivamente este riachuelo fue utilizado también para el riego de la agricultura de los andenes en el complejo arqueológico.
Si miramos al pasado de las quebradas de Segache y Tasata con todos sus andenes operativo y funcionando, podríamos admirar su belleza por sus terrazas agrícolas llenas de plantas comestibles y distribuidas uniformemente, las que se hallaban alimentadas por canales de regadío y reservorios provenientes de las partes altas del riachuelo de la pampa de Candabaya y dentro y alrededores del complejo arqueológico, que actualmente se encuentran abandonadas y destruidas al igual que todas las estructuras hidráulicas, y cubiertos por cenizas volcánicas (Fig. 6, 7, 8).

Los antiguos peruanos en general, supieron dominar la complejidad de la naturaleza andina, principalmente los rigores climáticos de las montañas (friaje – radiación solar) (Alarcón C. et al, 2010: 36) y la topografía agreste; el poder mantener un control sustancial de los pisos ecológicos e interrelacionarlos en un solo macro sistema económico y social con los distintos ambientes naturales andinos, donde con la altitud se da un descenso de la temperatura (Andrades M, Muñez C, 2012: 21) y el oxígeno o aire respirable (Rodríguez R. et al, 2004: 8) en comparación de terrenos que están más cerca al nivel del mar.
En relación al manejo del agua, se resalta que: "existen innumerables vestigios de variadas obras hidráulicas, principalmente en la vertiente occidental andina, desde las cumbres hasta el piedemonte costero. Así, represas en lagunas alto andinas, canales que permitían conducir el agua desde estas lagunas alimentadas con agua de deshielos, estanques para almacenar el agua en los lugares próximos a las tierras de cultivo en laderas y acequias para distribuir el agua hacia los andenes, constituyen pruebas evidentes de lo señalado. Muchas de estas obras se siguen utilizándose" (Andenes para la Vida, 2021: 40)

Leónidas B. Málaga (1949) menciona al respecto: *"Con este ingenioso método de andenes resolvieron magistralmente, estos heroicos labradores del páramo andino, el problema de hacer de la tierra una madre enteramente fecunda, siempre laborable, nunca estéril e improductiva, pues las torrenteras y cascadas lejos de destruir los terrenos destinados en gran parte al cultivo los abona, año tras año, con material de limo que está siempre nuevos y fértiles"* (Bernedo L, 1949: 127).
Según Ann Kendall: En algunas zonas el trabajo de cuidar los recursos de la comunidad, como sistemas de riego, se incorporó dentro de la organización política y ritual de las nativas comunidades, donde todos los hogares están obligados a Trabajar en el mantenimiento del canal al menos una vez al año. (Isbell, 1985). (Kendall A, 2005: 210)

El riego ha sido la base del sustento alimentario de los grandes conglomerados humanos desde tiempos inmemoriales y lo sigue siendo en la actualidad. Desde el norte de la China hasta las planicies semi secas de Norteamérica y los andes sudamericanos; del África Subsahariana hasta las praderas de la India etc., el riego ha permitido crecer la producción de alimentos en grado suficiente como para abastecer la demanda mundial de alimentos (Gaybor A, 2018: 33, 34). Según Bachofen, en 1861, la mujer inventó, entre otras cosas, el cultivo (Lowie, 1946b), (Krapovickas A, 2010: 197). Este es un punto muy importante donde la mujer juega un rol importante en el desarrollo y mantenimiento de la agricultura en el mundo andino tal y como lo demuestra los escritos e ilustración de F, Guaman Poma de Ayala (Fig. 27).

El agua transportada por canales y almacenada en reservorios fue utilizada y controlada para el uso del suelo, y tubo el propósito de abastecer la cantidad necesaria de este líquido elemento en los cultivos con la finalidad que produzcan en forma permanente y fructífera y tener qué alcanzar durante todo un periodo anual. La aplicación del riego debió de ser en forma oportuna y uniforme al perfil del suelo agrícola, así poder reponer el agua consumida por los cultivos y el uso humano entre otros usos que debieron tener. Los riegos consecutivos en los surcos de los andenes y de anden hacia anden, pudo producir derrames y destrucción de las estructuras por el exceso de agua, pero un uso controlado y periódico evito tales problemas, sumando también las labores de mantenimiento.
Los pisos ecológicos altitudinales en los Andes, con su tipo de relieve, con características específicas de flora y fauna (bióticos), y cambios de clima de cálidos a más fríos dependientes de la altitud y del día y noche. Este tipo de pisos altitudinales para los antiguos pobladores andino y de la cultura Churajon eran muy importantes, ellos conocían muy bien estos cambios de clima y sus diferencias en cada piso ecológico en estas zonas montañosas, ya que para ellos era importante el poder dominar y adaptar la variabilidad de estos climas para su uso y beneficio y también de sus plantas y animales, además lo más importante era el poder transformar estos climas frígidos en micro-climas artificiales, más tolerables a la existencia humana.

La antropóloga Dayuma Guayasamín nos dice: "Esto significa que se intentó controlar la mayor cantidad de pisos ecológicos por una misma sociedad para la obtención de un número mayor de productos destinados a la supervivencia y al intercambio, de un control económico simultáneo. Según John V. Murra nos dice: Cada grupo étnico [...] trataba de controlar y abarcar con la gente a su disposición la mayor cantidad de pisos ecológicos. Grandes o pequeños, los grupos étnicos tenían una percepción similar de los recursos y la manera de obtenerlos. El deseo de controlar zonas climáticas alejadas mediante colonos permanentes, determinó un patrón de asentamiento y de control vertical cuya distribución fue probablemente pan-andina" (Murra, 1975: 50) (Guayasamín D, 2013: 71).

Debieron de tener un conocimiento de astronomía, el mirar las estrellas y el firmamento, fue parte de su entender cultural, teniendo cielos despejados y claros en el complejo arqueológico; siendo un sitio como cerro la Luna, un posible sitio de observación del cielo especialmente de noche.

EL SISTEMA HÍDRAULICO DE ABASTECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AGUA.

Compuesto por bocatomas, canales, diques y reservorios de agua. Generalmente las bocatomas se ubicaban en las partes altas del punto de captación del agua, ya que todo este sistema se realizaba a través de gravedad, los canales también funcionaban bajo este principio físico, los reservorios estaban ubicados en las partes cercanas a la población y puntos específicos para el riego agrícola (García N, 2016: 3) (ANA, 2010: 198).

1. LAS BOCATOMAS: son estructuras hidráulicas destinadas a derivar parte del agua disponible desde un curso de agua natural, o diques artificiales y transportarlo por canales matrices hasta los puntos deseados (Damiani O, 2002: 7) (Cabrera J, 2017: 5), en este caso el riachuelo o arroyo, que discurre por las pampas de Candabaya y los manantiales al pie del nevado del Pichu Pichu, en las localidades de Aguabuena y Totorani. Estas aguas eran desviadas y se utilizaban para un fin específico, como abastecimiento de agua para las áreas urbanas y de riego agrícola. Tradicionalmente las bocatomas[5] se construían, en sitios específicos, amontonando greda, piedras y champas en el cauce de un riachuelo o manantial, con un dique que almacenaba el agua hasta cierto nivel, para luego poder desviar una parte del flujo hacia el canal de derivación. Normalmente estas rudimentarias construcciones debían ser reconstruidas cada cierto tiempo periódicamente, donde realizaban un respectivo mantenimiento, pues eran y son muy propensas a la destrucción por el tipo de materiales naturales que se usaban. ***Las bocatomas*** para un mejor estudio las hemos dividido en componentes:

A) Las compuertas Son las estructuras que servían para controlar el caudal de agua en el canal y su distribución (Varas E, Cabas N, 1993: 1) en las áreas de requerimiento urbanas y agrícolas. tradicionalmente están hechas de piedra, greda (arcillas) y champas[6]. Las compuertas estaban adosadas a la cámara de captación. Las champas generalmente son excelentes para evitar la entrada y salida de agua (filtraciones) por la composición que tiene. Las compuertas no eran móviles como las que tenemos hoy en día y que regulan la entrada del agua al canal, reservorio, surcos en andenes de cultivo, dependiendo del requerimiento y necesidad de sus pobladores. como ***¿funcionaban y funcionan?*** es simple movían piedras dentro y fuera del canal adosado con champas, montando las piedras una encima de otras, con las champas en el medio como unión y que daba cierta impermeabilidad a la compuerta, dejando pasar el agua a medio caudal o cerrándola completamente, dependiendo de su necesidad. Las champas son muy bien utilizadas actualmente como parte de las compuertas tradicionales y la estructura de una bocatoma tradicional o antigua, por lo que consideramos que este tipo de compuerta fueron muy usadas en el tiempo de los antiguos pobladores de Churajon.
Existen también, compuertas secundarias con sus pequeñas cámaras de captación y en otros casos simplemente compuertas; que serían aquellas que se encuentran, en determinados puntos del canal madres y los canales secundarios que servían para derivar el agua hacia los andenes de cultivo, dentro de los andenes también había pequeños canales o surcos, donde el agua llegaba gracias a la derivación que hacían con estas compuertas de piedra y champas. En los reservorios también existía estas compuertas que eran las entradas de abasto (canal) de los reservorios; es posible que existió más de una compuerta de salida en los reservorios (Fig. 14, 18).

B) La cámara de captación o ventanas de captación (Cabrera J, 2017: 7) sería una estructura hidráulica destinada a acumular y derivar parte del agua disponible desde el curso de agua de un riachuelo, diques y manantiales (Cabrera J, 2017: 5, 6) como las existentes en el complejo arqueológico. Estas estructuras generalmente debieron ser en forma de U o V, y en su parte de unión se ubicaba la compuerta o ventana de captación. Estas estructuras estaban adosadas a los diques artificiales en riachuelos, donde captaban el agua, y que estaba adosaba al canal, y que trasportaba el agua hasta los puntos destinados como centros agrícolas y urbanos. Para el diseño, debieron tener en cuenta la topografía del terreno, la textura del suelo (características geomorfológicas, geológicas); un estudios hidrológicos donde se necesitan datos de descargas de agua del riachuelos como: descarga máxima, medio y mínimo durante el año así mismo para los manantiales donde se sustraía el agua; el impacto ecológico, el tipo de fuente de agua que fue un factor importante para no tratar de alterar o modificar el caudal natural del agua, para evitar consecuencias adversas en los afluentes de agua natural y en las tomas de manantiales de agua (protección del afloramiento); este tipo de pensamiento y manejo de los recursos naturales demuestra un uso consiente y ecológico de sus propios recursos (impacto ecológico).

Las bocatomas y sus elementos, están muy alejadas del área de estudio; serán detalladas y estudiadas en una próxima investigación. Definitivamente existieron, por ser parte fundamentales de los canales.

(5) En esta investigación realizada prefiero dividir la bocatoma en dos partes: la **cámara de captación** que serían las estructuras que están a ambos lados de **la compuerta** y que forma una cavidad de captación o acumula del agua, estas estructuras están adosadas a la compuerta en sí, estos muros están al costado de la compuerta y podrían tener forma de U o V.

(6) champas: compuesta de tierra y raíces de plantas como pastos entre otros componentes vegetales muy sólida e impermeable.

(7) La sedimentación o acumulación de arenillas, lodos etc., en bocatomas, canales y reservorios fue un factor negativo que tuvieron que controlar y evitar a través del mantenimiento o limpieza de su sistema hídrico. La utilización de fórmulas de: distancia / elevación y cálculos de velocidad del agua en canales y bocatomas, evitando así, la acumulación de sedimentos.

Ellos observaron y planearon y diseñaron las características de dónde y cómo construir sus bocatomas que permitiera desarrollar una estructura de captación adecuada con un control adecuado de agua, evitando la sedimentación[7], y teniendo una estabilidad en el agua y una resistencia estructural de sus bocatomas por el tipo de materiales tradicionales que usaban en su construcción; además tuvieron de tener en cuenta la prevención de futuras contaminaciones producto de aguas turbias provenientes de los riachuelos en época de lluvia con arrastre de exceso de limos, ramas, troncos etc.
La existencia de manantiales unos cerca de otros, motivo a los antiguos pobladores a construir varias bocatomas, de las que partían canales hacia el canal madre o principal o talvez a un reservorio de recolección de donde se iniciaba la línea de conducción hacia el canal madre. Estos manantiales han sido algunos identificados en la zona de Tototorani y agua buena Distrito de Polobaya cerca de la represa de Uzuña, al otro lado de la carretera asfaltada actual entre Polobaya y Puquina.

C) Los muros de encauzamiento o también podemos llamarlos diques semi abiertos que serían aquellas estructuras que están adosadas ala bocatoma y que permiten una mayor recolección de agua de los manantiales y riachuelos sin necesidad de cerrar el cauce total del afluente de agua.
Estas estructuras se encargan de resistir los empujes laterales originado por el material retenido en ellos (agua), su estabilidad depende del peso propio y el peso del material ubicado sobre su fundación. el tramo donde se ubica los muros de encauzamiento presenta presión o fuerza hidrostática[8] a lo largo y ancho de los márgenes del muro de encauzamiento (Cabrera J, 2017: 44, 19, 17). Este tipo de muros estuvieron en el riachuelo de la pampa de Candabaya y en los manantiales en las faldas del Pichu Pichu y que servía para encausar el agua hacia la bocatoma y posterior hacia los canales, sin cerrar completamente el cauce del rio o manantiales.

D) Los diques o represas es una construcción para evitar el paso del agua, almacenar el agua a cierto nivel, donde puede ser natural o artificial construido por el ser humano; de champas y mampostería de piedra (Presas de enrocamiento**)** y podría estar ubicada tanto paralelo como perpendicular al curso de un riachuelo (ANA: 2010: 257). Siempre que un río es interrumpido con una estructura como un dique, se crea una diferencia de energía aguas arriba y debajo de la misma que actúa sobre el material del cauce erosionándolo y pudiendo poner en peligro las obras (ANA, 2010: 222).
Realmente la construcción de un dique pequeño o grande implica un diseño y cálculo de fuerza hidrostática incluyendo el tipo de materiales tradicionales que entran en su construcción, teniendo en cuenta la presión ejercida por el agua al estar almacenada a un lado del riachuelo, L. Bernedo Málaga menciona la existencia de dichas represas o grandes diques que almacenaban una gran cantidad de agua para irrigar las áreas agrícolas del complejo arqueológico de Churajon, pero hasta el presente artículo no se ha podido identificar restos de la posible locación de dichas represas en el área arqueológica cerca o fuera de este, en mi opinión creo que él se imaginó o invento esta tipo de diques o represas como menciona en sus escritos que a continuación mencionamos:

Leónidas B. Málaga (1949) dice que existían ***reservorios o represas*** cerca de las áreas de cultivo como lo describe: *"Se depositaba el agua durante la noche para irrigar durante el día los andenes. Sólo la existencia de grandes y seguros reservorios o represas en sitios adecuados donde estacionaban las aguas de los ríos y torrenteras que en años de lluvias abundantes irrigaban los sembríos. Según se observa se levantaban los diques de piedra en las estrechas gargantas de cerros elevadísimos por donde se deslizaban los ríos, muros inquebrantables apoyados en enormes peñascos, de consistencia granítica, convirtiendo estas oquedades en inmensas lagunas, así la pampa de Pocsi quedo convertida en un enorme estanque que irrigaba los terrenos entre Mollebaya, Characato y Socabaya*." (Bernedo L, 1949: 132).
"También conocieron los Puquinas la ciencia de construir grandes y seguros reservorios o represas en sitios adecuados donde estacionaban las aguas de los ríos y torrenteras en años de lluvias abundantes para irrigar con más frecuencia los sembríos en andenes y llanuras de terreno permeable en tiempo de estiaje, Por lo general, según se observa en las ruinas que han quedado, levantaban los grandes diques de piedra para estos reservorios en las estrechas gargantas de cerros elevadísimos por donde se deslizaban los ríos en rápido descenso, muros inquebrantables apoyados en enormes peñascos, ubicados en el mismo vado del torrente, bien encajados en ambas márgenes de las montañas de consistencia granítica, quedando así el río prisionero hasta llenar la inmensa concavidad del lago artificial construido en los abismos." (Bernedo L, 1949: 132)

Lamentablemente Leónidas B. Málaga no menciona un punto exacto o aproximado donde podría haber existido dichos remanentes de estas represas, esperemos corroborar o denegar, la afirmación que el hizo en futuras investigaciones. Pero dentro de la pampa de Candabaya y complejo arqueológico no existe vestigios de posibles grandes represas.

(8) La fuerza hidrostática es producida por la presión de los líquidos, actúa sobre la superficie del área donde se encuentra retenida. Como consecuencia la presión hidrostática, de cualquier fluido está sometido a fuerzas que actúan perpendicularmente en la estructura que lo contiene, y cuyo valor aumenta con la profundidad y tamaño del embalse (Cabrera J, 2017: 18) (Ortiz M, et al, 2021: 80).

2. LOS CANALES: El sistema de conducción y distribución en red de canales se diseñó y construyó para conducir el agua de un sitio a otro, llevar el agua desde la captación (bocatomas), hasta los campos de cultivo y los asentamientos humanos, de tal manera que llegue en la cantidad requerida en la oportunidad de distribuir y satisfacer todas sus necesidades básicas (García N, 2016: 3). Estas obras de ingeniería son importantes e impresionantes, ya que debieron y fueron cuidadosamente pensadas para no provocar daños en el medio ambiente, siendo más bien parte de este y mimetizándose con él, mencionamos también otras infraestructuras como andenes y zonas urbanas; cómo podemos ver actualmente en el complejo arqueológico de Churajon.
La operación de canales de riego son un conjunto de acciones realizadas para obtener, conducir, distribuir y entregar el agua en un área de riego o conjunto habitacional, procurando el menor desperdicio posible a través de filtraciones, evaporación y rupturas del canal (Pedroza E, Hinojosa G, 2022: 9) (Damiani O, 2002: 1).
De acuerdo a las observaciones realizadas en el complejo arqueológico, los canales han sido clasificados en cuatro componentes o tipos: **A)** Canal madre o canal primario (primer orden) es aquel que viene de la bocatoma principal que sería la captación del agua de los puquios o matinales en las laderas del nevado Pichu Pichu y los riachuelos cercanos al área del complejo arqueológico. **B)** canales secundarios o laterales (segundo orden) que serían aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos es rápido y que sirven para abastecer los reservorios **C)** Llamados también sub laterales (tercer orden) o surcos y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es más rápido (ANA, 2010: 6), repartiendo el agua en los andenes permitiendo la riega de las plantas. **D)** canales de drenaje (cuarto orden) que serían aquellos que se encontraban dentro de las estructuras habitacionales y que servían para deshacerse de las aguas servidas, este tipo de canales han sido ubicadas hasta el presente en la urbe o área habitacional de Parasca y centro Administrativo religioso de Churajon (Álvarez P, 2000: 104, 107).

¿Cómo se construyeron los canales o acequias? Hay que tener en cuenta que la construcción de un canal tradicional supone siempre una alteración del talud natural de las laderas de los cerros, y que de forma natural tenderá con el tiempo a rectificar su inclinación. Por eso son frecuentes los deslizamientos de tierra y piedras sobre las acequias, puesto que el talud del cerro tiende a buscar una nueva situación de equilibrio, restituyéndose la pendiente natural original (Fig. 4). El riesgo de desprendimiento dependerá de la pendiente de la conducción, de la altura, del ancho de la acequia, y de los materiales empleados, Consecuentemente, se requirió disponer de medios para garantizar la estabilidad de la ladera alterada: revegetar el talud, instalar muros de contención puntualmente, taponar rajaduras para evitar el colapso del terreno, regular la penetración y filtración del agua, evitar la erosión del talud, etc. (Espín R. et al, 2010: 30), para el lado de la pendiente del cerro no era muy propenso a derrumbes, pero tenía que estar bien cimentado en el terreno y soportado por un andén (Fig. 5). "Las técnicas de construcción es simple, se construyó dos hileras de piedras seleccionadas, colocadas una entre otra a una distancia prudencial y usando como junta entre ellas, mortero de greda o arcilla, y como base o piso piedras planas (lajas) que evitaran en lo posible la filtración del agua" (Álvarez P, 2000: 105). También se usó el mismo suelo rocoso y de caliche (tierra dura) que es muy abundante en el área y que evitaba las filtraciones de agua.

Se tuvieron cuatro componentes o aspectos en la construcción de las acequias: 1) Borde al lado del cerro 2) Base o fondo del canal 3) Camino de tránsito en el canal 4) Borde al lado del valle o pendiente.
Para los canales primarios y de segundo orden se construyeron con el mismo método, donde el lado del talud[9] del canal se dejaron un borde muy ancho entre 50 y 60 cm como caminos que será más anchos cuanto mayor sea la sección en la acequia, generalmente se construyó y acondiciono todo en un andén para el uso del canal, hasta llegar a constituir un camino o paseo por donde se pueda circular por los costados del canal o acequia, que ayudo a tener un acceso como camino para realizar labores de mantenimiento y apertura y cierre de compuertas de canales especialmente en los canales madres y secundarios.
Al construir las acequias en el complejo arqueológico de Churajon, se le dio cierta forma de cajón a la parte interna del canal, y en las curvas de nivel, pues siguieron el curso natural de las curvas del terreno, tuvieron que reforzarlas mayormente los taludes con champas y piedra para que vayan a aguantar el volumen del agua que por la fuerza que esta ejerce en las curvas del canal que podría causar rupturas y desbordes, si no se controlaba a tiempo. Los canales de primer y segundo orden fueron de piedra unidos con champas en sus laterales o taludes, pero sus bases en algunos casos tuvieron empedrados, y el canal madre o canal primario fueron de la misma construcción que los canales secundarios al presentar muros de piedra en sus laterales unidos por tierra o champas[10] y presentaban piedras en su base o fondo, también aprovecharon la roca madre y el suelo duro (caliche) como parte del talud y fondo de las estructuras del canal (Fig. 4, 7).
Los canales sub laterales o de tercer orden fueron simples canales de tierra o surcos[11] (Sandoval J, Varas E, 1989: 2, 3) dentro de los andenes y que distribuían el agua para el respectivo riego de las plantas.

(9) El talud de los canales y reservorios: se refiere a la inclinación o pendiente de las paredes laterales del canal y de un reservorio es la superficie inclinada que forma los lados internos de un reservorio de agua.
(10) Champas: Terrón de tierra con pasto y raíces y otras plantas que forman una consistencia muy dura y casi impermeable.

Los canales de drenaje o de cuarto orden ubicados en el complejo arqueológico específicamente en la urbe de En Parasca y Centro Administrativo Religioso de Churajon, tuvieron los lados de piedra, unidos con mortero de greda, pero el fondo o base tenia piedras planas o lajas, esto para evitar las filtraciones, aparte eran pequeños en dimensiones, siendo entre 30 cm y 40 cm de ancho con una altura entre 20 cm y 30 cm.

MEDIDAS DE LOS CANALES: Hablar de medidas de los canales podemos decir que el alto del canal desde adentro seria entre unos 50 cm y 70 cm, y el ancho entre 60 y 1.20 m. al canal generalmente le dedicaron un andén para su recorrido, para el canal madre o principal dentro y fuera del complejo arqueológico. El ancho del andén varía según sus medidas pudiendo ser desde 1.60 m hasta 2 m. El alto del andén exterior podría estar entre 40 cm hasta unos 1.40 m y 1.50 m. En cuanto al largo del canal estaba compuesto por kilómetros, según L. Bernedo Málaga nos dice por más de 40 km (p.p 7, parr 4), de recorrido desde las tomas de agua que venían de la zona alta de las faldas del Pichu Pichu conocido hoy como Aguabuena y Totorani.

Debió haber posiblemente entre 2, 3 o 4 canales principales o madres (solo identificado dos y solo fragmentos) de kilómetros de recorrido, esto sin contar los canales secundarios dentro del complejo arqueológico de Churajon. Estos conductos de agua estuvieron conformados por una intrincada red de miles de metros de canales, que traían agua fresca desde manantiales alejados y riachuelos cercanos. Hasta el presente artículo solo se ha podido identificar fragmentos de canales, pero no la totalidad de estos, por encontrarse muchos de ellos enterrados por las cenizas de la explosión del volcán Huaynaputina (1600) y también muchos destruidos en el proceso de reducciones (1572), esto para evitar que los pobladores autóctonos regresaran a esta área habitacional. Al final la misma naturaleza realizo el trabajo de dejar inservible la tierra y de cubrir con cenizas volcánicas toda esa área habitacional y que gracias a ello hoy en día podemos admirar y estudiar cómo era esta sociedad denominada "Churajon" en el Complejo arqueológico de Churajon (Fig. 9, 10, 11).

Materiales empleados: Mortero (Tierra, greda), champas y piedras. Estos materiales tuvieron que estar muy bien apisonada y amarrados entre sí, para evitar que se desmoronen y evitar las filtraciones al introducir el agua en el canal; a este efecto se utilizaron las champas para unir las piedras entre unas y otras, así como greda con plantas vegetales y pastos, las piedras planas fueron colocadas a los lados del cerro y del valle para evitar la erosión y ruptura del canal, todo esto tubo que estar bien apisonando fuertemente para facilitar la adherencia de las partículas de tierra y greda (French R, 1988: 321, 323).

Según el ingeniero Francisco Domínguez nos dice: *Por este motivo, las acequias de tierra y greda deben construirse en época de lluvia, dejándolas varios meses antes de abrir el cauce, con objeto de que las lluvias apelmacen bien la tierra, extremándose el riego y el apisonado. En todo caso, si por cualquier razón fuese precisa su construcción en esta época, se extremará el riego y el apisonado.* (Domínguez F, 1950: 9). Posiblemente considero que los antiguos pobladores de Churajon utilizaron este método de construcción de canales en época de lluvia por las razones explicadas.

Considero que para las construcciones hidráulicas de canales tradicionales actuales y del pasado, se utilizaron los materiales mencionados especialmente "las champas de pastos" con raíces por ser las de mayor resistencia y consistencia. El uso de pastos[12] locales y especialmente en las llamadas "champas" fue un método común empleado por campesinos del pasado y actuales. Estas aportaron en la resistencia del canal y produjeron flujos dinámicos y constantes del agua en las estructuras del canal como en la estabilización de taludes (paredes del canal) y vaso (base) del canal; ayudando a controlar la erosión, filtración y destrucción de este mismo. Las precipitaciones pluviales fuertes fueron un factor destructivo especialmente en la época de lluvia (diciembre a marzo - abril), y la cobertura vegetal en el suelo protegió del impacto directo de las gotas de lluvia, disminuyendo la erosión causada por este factor.
Las champas también fueron utilizadas en los reservorios especialmente en las paredes que delimitaban y contenían el reservorio. Las champas sirvieron también para otras estructuras hidráulicas, por ser el material más adecuado para la construcción de estas estructuras antiguas o tradicionales.

(11) Los surcos, hendiduras que se hacían sobre la tierra para favorecer su riego, tenían diversas formas: rectos, rectos con líneas perpendiculares, en forma de la letra «E», o en forma de «S». Aunque no fueron estructuras permanentes, aún puede percibirse una variedad de surcos precolombinos en el desierto de la costa del Perú, en los valles Chicama y Moche (Kus 1984). (Pérez J, 2019: 38)

(12) Los pastos nativos poáceas (Festuca dolichophylia) conocida como chillihua, Poa perligulata, y Muhlenbergia ligularis y la leguminosa (Trifolium amabile) conocida como trebol, son especies forrajeras y pastos perennes presentes en los pastizales de las zonas alto-andinas de la región de los andes peruanos (García A, 2010: 22). Siendo estos pastos muy abundantes.

El pasto y sus raíces que forman una buena consistencia, se adhieren a las piedras en los taludes y el fondo del canal. Las champas, sirve para estabilizar el cuerpo interno del canal, consolidando la base y el talud del canal, restringe el movimiento de partículas (sedimentos) en el lecho de éste. Sin embargo, los canales revestidos con pasto, no pueden por lo general aguantar inundaciones prolongadas y humedad excesiva, y su diseño presenta un número de problemas, pero esto se solucionaba con un buen mantenimiento; en muchos casos, los canales revestidos con pastos o champas están unidos con gravas, rocas medianas y grandes, proporcionales en el canal para darle mayor estabilización al cauce y producir un caudal adecuado de agua en el conducto. Esto pastos y raíces no solo servían para mantener la resistencia del canal si no que ayudaba a impermeabilizar el cauce del canal tal y como lo explica Sofía Chacaltana y Gilda Cogorno en su trabajo de investigación que dicen: En cuanto al revestimiento del cauce del canal para evitar filtraciones, el lecho se impermeabilizaba naturalmente con la propia sedimentación y además se dejaba crecer vegetación de manera controlada en las paredes del canal. Al respecto, el cronista Cieza de León observa: "Y están siempre estas acequias muy verdes y ay en ellas mucha yerba de grama para los cavallos" (1984 [1553]), (Chacaltana S, Cogorno G, 2018: 69). Esta descripción tubo las mismas propiedades en los canales del complejo arqueológico de Churajon.
Como apreciamos las filtraciones jugaron un papel negativo, en las estructuras de los canales especialmente porque estaban hechos de piedra y greda, las pérdidas de agua debió ser un perjuicio muy malo para los habitantes de Churajon, los cuales debieron solucionar con piedras, champas y greda en el fondo y paredes de los canales donde se presentaban estas constantes fugas, y poder hacer de estos tramos casi impermeables a las filtraciones. En cuanto a las filtraciones del canal se debieron de sellar o revestir aquellos sectores donde pudo haber pérdidas de agua, esto se debió al agrietamiento del terraplén, paredes o la base (fondo) del canal, por ser el terreno muy permeable, Para ello pudieron emplear mortero compuesto de greda o arcilla que es muy abundante en el complejo arqueológico por ser un excelente material que evita filtraciones.

Un punto a favor en el complejo arqueológico es que está asentada en un área geológica de un manto intrusivo batolìtico del fin del Cretáceo, y la erosión de la corteza superior ha ido desapareciendo y dejando al descubierto la roca intrusiva. El terreno es bastante rocoso de color rojizo producto de la meteorización (lluvia, viento, hielo). Las rocas son en su mayoría de granodiorita y dioritas de color azulado, con incrustaciones de cuarzos que están bastante oxidados por la acción de las Limonitas y Ematitas (óxidos de hierro). El suelo superficial se encuentra un suelo duro denominado caliche siendo muy típico en el área, y que tiene su formación en flujos de lodos semi-consolidados, aunque a veces están fuertemente compactadas, provenientes del terciario-cuaternario (Álvarez P, 2000: 35, 38, 39). Este caliche al igual que el suelo rocoso, ayudaron en la base del fondo (vaso) y taludes de canales y reservorios; los antiguos pobladores aprovecharon también este factor para prevenir las filtraciones, y cavaron hasta el caliche y las rocas, y las hicieron parte de la estructura de los canales y reservorios, una manera muy interesante de aprovechar las desventajas del terreno en favor de las estructuras hidráulicas (Fig. 3).

Según los ingenieros agrónomos Edmundo Varas y Jorge Sandoval nos dicen: "La filtración de los canales es un problema importante, de perdida de agua especialmente en canales de tierra y piedras. En los canales normalmente hay pérdidas por diferentes causas, pero cuando los canales están muy sucios o hay obstáculos que reducen la velocidad del agua, las pérdidas por filtraciones aumentan. Se deben sellar o revestir aquellos sectores del canal donde hay muchas pérdidas, que se pueden deber a agrietamientos del terraplén o del fondo del canal, o por ser el terreno muy permeable. Para sellar se puede emplear suelo con alto contenido de greda o arcilla" (Varas E, Sandoval J, 1991: 13, 14). Es muy importante reducir las pérdidas de agua en los canales, sobre todo cuando recorren grandes distancias, porque se han detectado pérdidas diarias en canales de hasta 398 m^3 por cada kilómetro de recorrido, cantidad que alcanzaría para regar una hectárea completa" (Varas E, Sandoval J, 1991: 16).
Es obvio que un exceso de agua puede conducir a la rápida destrucción de los canales (Molina M, 2004: 108). El agua como elemento es muy útil, pero a la vez se debió de tener una constante vigilancia para evitar roturas y desbordes. Cabe también la posibilidad de la existencia de **canales de purga o rebose** (este tipo de canales no se ha encontrado todavía ninguna evidencia hasta el presente artículo) que eran controlados con champas y piedras (Kendall A, Rodríguez A, 2019: 84), estos debieron de existir en la red de canales madre o primarios en el complejo arqueológico de Churajon, cuando había un exceso de agua en épocas de lluvia y crecidas de los riachuelos y manantiales, y que servían para desfogar dichos excesos. Estos canales eran conocidos en el mundo andino como ***amunas*** tal y como lo describe Sergio Martos quien nos dice:" *Las amunas prehispánicas de Perú, también conocidas como canales de mamanteo (Ochoa-Tocachi et al., 2019) y las acequias de careo (Martos-Rosillo et al. 2019) medievales de Sierra Nevada (Sur de España) consisten en canales excavados en el terreno, diseñados con el objetivo de derivar los excedentes de agua que se generan en la época de lluvias o durante el deshielo"* (Martos S, et al, 2020: 8, 9), (Ancajima R, 2011: 33).

Otro factor importante fue los movimientos telúricos, y explosiones volcánicas, que causaron daños en las estructuras hidráulicas, por lo tanto, estas estructuras tenían que estar bien construidos y reforzadas, para poder aguantar estos fenómenos naturales destructivos (Kendall A, Rodríguez A, 2019: 51, 53, 54), como el acaecido en el año 1600 por el volcán Huaynaputina que causa el cubrimiento de cenizas volcánicas del complejo arqueológico, este fenómeno natural termino de cubrirlo todo hasta el día de hoy. Los movimientos sociales, como el abandono del complejo arqueológico por el proceso de reducciones hacia el año de 1572, y que gracias a este movimiento se conservaron las estructuras casi intactas como canales (Fig. 6, 8) y reservorios (Fig. 16, 17, 22); y que nosotros hoy en día podemos apreciar cómo eran esta sociedad del pasado (2025).

Los canales principales y secundarios, seguían el contorno de la orografía del terreno circundante para así poder estar miméticamente con la naturaleza creando un paisaje de completa relación con la naturaleza, con una pendiente mínima recomendada (Kendall A, Rodríguez A, 2019: 81). Ellos entendieron la importancia de conservar su medio ambiente y la necesidad de prevenir la erosión del suelo, dando soporte y resistencia a los canales principales, para así poder dar desarrollo de vida en el complejo arqueológico de Churajon.
Las curvas del canal siempre se trataron de mantener abiertas especialmente en los canales madres o primarios (Deza J, 2010: 125), aparte de estar mayormente reforzados para evitar rupturas, porque es comprensible que en las curvas se ejerce una mayor presión y fuerza hidrostática del agua y con el tipo de materiales tradicionales con los que se construían los hacían muy propensos a posibles fisuras y rompimientos.
En el complejo arqueológico de Churajon existen **saltos de agua o caídas en los canales**, que Servían para pasar agua de un canal a otro, ubicado desde un punto más alto a otro más bajo, este tipo de caídas controlaban el flujo del agua de un nivel a otro a una velocidad constante permitida (0.20 m/s a 0.40 m/s); especialmente donde las longitudes de los canales principales. Estos saltos o caídas inclinadas no son muy pronunciadas, y servían para evitar la ruptura del canal debido a la fuerza y velocidad del flujo de agua, prácticamente seria como una especie de frenado (Espín R, et al, 2010: 57) entre la diferencia de nivel del terreno que el canal seguía, los saltos se asemejarían a nuestra vista o forma de ver, como a unas pequeñas cataratas inclinadas. También existían estos saltos de agua entre andenes agrícolas, donde el agua era transportada de puntos más altos hacia los más bajos en canales de tierra dentro del andén y era distribuida a las plantas de cultivo. "Las pendientes excesivas en los canales, donde las velocidades del agua son muy altas y muy erosivas. Para resolver este problema existen muchas caídas de agua a lo largo de los canales, pero en muchos casos estas mismas caídas son susceptibles a los excesos y destrucción si no existe una buena supervisión y mantenimiento" (Molina M, 2004: 108).

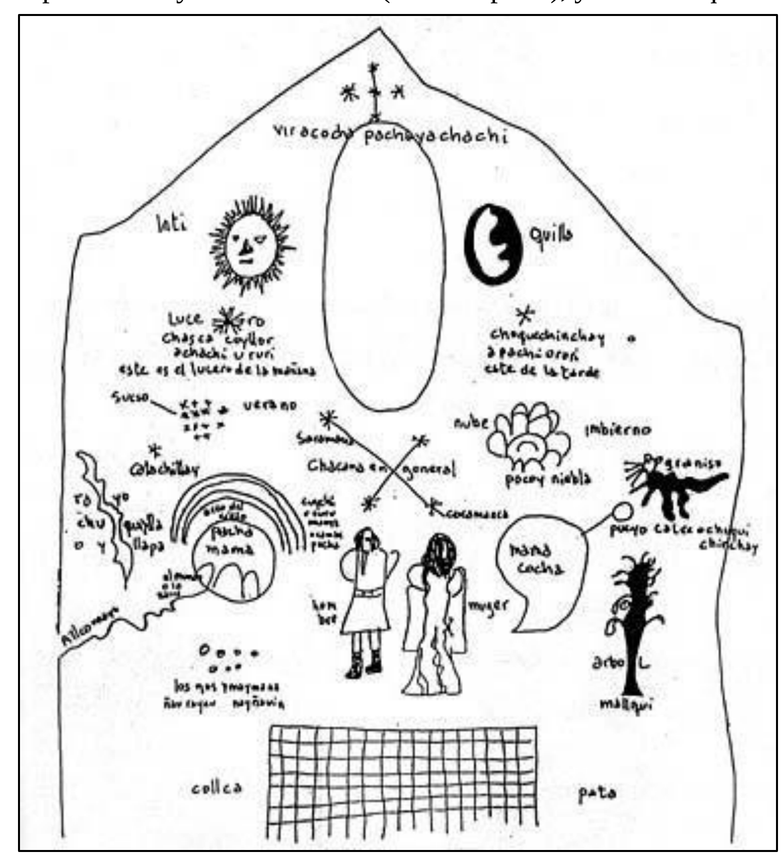
Según J. Deza Rivasplata nos dice: El manejo y gestión del ambiente prehispánico se puede deducir por la ausencia de catástrofes sociales como consecuencia de factores de insalubridad y morbilidad. No se han encontrado hasta el momento registros arqueológicos que señalen tales fenómenos, tan comunes y frecuentes en las sociedades europeas especialmente. Debió de contribuir a ello la concepción animista de la naturaleza, que considera que los elementos que la constituyen tienen espíritu (Deza J, 2010: 30).
El respeto a la naturaleza fue muy conocida y considerada en el mundo andino durante el Intermedio Tardío y Horizonte Tardío, esto lo sabemos por las tradiciones que se arrastran hasta hoy en día y por la descripción de algunos cronistas del tiempo de la colonia española como Fray Martín de Murúa que hacia 1590 nos dice en sus crónicas: *"no había cosa fuera de los términos comunes, a quien no atribuyesen los indios alguna deidad y reverencia, ofreciendole sacrificios a su modo, y así adoraban la tierra fértil, que llaman CAMAC PACHA, y la tierra nunca cultivada que dicen PACHA MAMA, y en ella derramaban asua y arrojaban coca y otras cosas, rogándole que les hiciese bien"* (Granada O, 2016: 251).
El naturalista José de Acosta en su crónica Historia natural y moral de las Indias -1590, nos comenta: "Más en los indios, especialmente del Perú, es cosa que saca de juicio la rotura y perdición que hubo en esto. Porque adoran los ríos, las fuentes, las quebradas, las peñas o piedras grandes, los cerros, las cumbres de los montes que ellos llaman apachitas, y lo tienen por cosa de gran devoción; finalmente, cualquiera cosa de naturaleza que les parezca notable y diferente de las demás, la adoran como reconociendo allí alguna particular deidad" (Granada O, 2016: 254).

Como podemos ver por los escritos de algunos cronistas, el respeto por la madre naturaleza fue muy grande, teniendo mucha consideración hacia la tierra y las criaturas que vivían en ella, claro que esto fue visto de diferente manera u opuesta por los españoles, pero podemos deducir que el cuidado de la madre naturaleza fue muy importante y esto sería el legado que hoy en día todavía se arrastra en la cultura del mundo andino.
El respeto a la naturaleza se dio posiblemente por consecuencia de un mal uso y manejo del medio ambiente en tiempos muy pasados anteriores al Intermedio Tardío.

"Las cosmologías de los pueblos originarios albergan numerosas propuestas cargadas de optimismo y profundas enseñanzas que, al parecer, han comenzado a promover sustanciales cambios en el derecho constitucional. Tal vez, una de las más provechosas recomendaciones sugiere aprender de la historia, pues de esa forma se toma conciencia de los errores cometidos por generaciones anteriores, por lo que se pueden ejercer acciones para evitar su repetición y preparar a las nuevas para desarrollar formas de vida más equilibradas con el ambiente" (Florescano - 2000) (Guadarrama P, Martínez R, 2023: 177).

La convivencia con la naturaleza fue una norma, en efecto la Pachamama o Madre Tierra era considerada sagrada como el espíritu de la naturaleza o del universo. Para los pueblos nativo americanos andinos, la Pachamama era la madre del universo, el espíritu de toda la naturaleza o del universo; la naturaleza, como universo.
"La frase Pachamama, quiere decir «Madre Tierra»; mientras la forma Mamapacha, se traduce "Tierra Madre". La categoría étnica «pacha» equivale a universo, mundo, tiempo, espacio y cielo. Mama quiere decir anciana Yuyaq" (Chambi E, 2017: 45). *"Pachamama, se traduce como: cosmos interrelacionado o relacionalidad cósmica"* (Estermann 2015), (Aching D, 2019: 3). *"Pachatata*[13] *y Pachamama tienen el rol de Padre Cósmico y Madre Cósmica, y de la fertilidad de Pachamama nace el cosmos y en ella la tierra es fecundada y florece"* (Qhapaq j, 2012: 19), (Fig. 2).

Estos pensamientos de convivencia con la naturaleza, del pasado deben ser rescatados e implantados en el presente de nuestra sociedad (2025) porqué hoy en día se ha perdido este respeto y convivencia con la madre tierra; mientras más crecemos como población, más desechos creamos tanto orgánicos como virus, bacterias, etc., que mutan y son más resistentes y desechos inorgánicos (gases, desechos sólidos, líquidos corrosivos, etc.). La educación del medio ambiente es el poder enseñar sobre el medio ambiente, todo debemos tender y pensar en una convivencia con la naturaleza y que se actúe a escala local y nivel mundial, de esta manera se procurará evitar desastres ecológicos en nuestro planeta, la tierra es un ser vivo, que da vida y cobijo a muchas especies incluyendo la nuestra (homo sapiens), y tenemos que cuidarla y vivir en armonía con ella.



⬅ (Fig. 2) Curicancha - Intihuasi según Juan de Santa Cruz Pachacutic Yamqui Salcamayhua, en su libro Relación de Antigüedades deste Reyno de Perú, 1613. Tomado de Cosmovisión Andina – INKA PACHAQAWAY (Qhapaq j, 2012: 20),

La concepción del hombre andino respecto a su origen, presencia y finalidad, tiene como eje central la armonía con su medio. Allí descansa la cohesión social y armónica que alcanza en la lucha diaria por la sobrevivencia (Arancibia A, Carpio J, 2010: 42).

Como mencionan Ada Arancibia, Jenny Carpio, acerca de **cuatro Factores** que habrían intervenido en la construcción de los canales que serían: **A)** geomorfológicos, **B)** técnicos, **C)** climáticos y **D)** sociales; este tipo de factores también intervinieron en la construcción de estructuras hidráulicas en el complejo arqueológico de Churajon, que tomamos y adaptamos a nuestra investigación.

(13) Pachatata como Padre Cósmico del Tiempo - Espacio, del todo y la parte, de lo finito e infinito, de lo limitado y lo no limitado, de lo estático y lo dinámico, las múltiples similitudes entre Pachatata y Wiraqucha, nos lleva a concluir que Wiraqucha es la primera representación y la más antigua del no-manifestado Pachatata. En el dibujo del CRONISTA INDIO Juan Santa Cruz Pachakuti podemos observar el lugar que ocupa Wiraqucha Pachayachachiq donde aparecen también cuatro estrellas orientadas al norte-sur, este-oeste y una estrella central en el medio de la intersección, podemos ver que la posición de Wiraqucha es superior a la de Yaya Inti (Padre Sol) y Mama Quilla (LUNA), esto en términos andinos significa que Wiraqucha es la posición más elevada del Hanan Pacha o Espacio Tiempo superior (Qhapaq j, 2012: 20).

A) El factor geomorfológico: que habría consistido en un estudio previo del suelo y tipo del terreno por donde se iba a construir sus canales y reservorios, como un suelo rocoso en su mayoría compuesto en de roca duras como diorita y granodiorita, de color azulado, con incrustaciones de cuarzos, con bastante oxidados de Limonitas y Ematitas (óxidos de hierro), dándole un aspecto rojizo a las rocas. La existencia de un tipo de arcilla llamada greda **y** que, que abunda y predomina en toda el área arqueológica (Álvarez P. 2000 :35), compuesto de una tierra (arcillas) dura y compacta llamada caliche (Fig. 3, 4). Este conocimiento del terreno y la composición de esta, estaría dentro del estudio de la ingeniería geológica. El conocimiento del suelo o terreno es un factor importante para la construcción de cualquier obra de envergadura. Señalamos que cuando los habitantes prehispánicos del complejo arqueológico de Churajon existieron, no había la presencia de cenizas volcánicas, estas se crean a través de la explosión del volcán Huaynaputina (1600), anterior a este evento se produjo el proceso de reducciones, por mandato del virrey Toledo (1572), en el virreinato del Perú, posterior a estos eventos el complejo arqueológico quedo abandonado y cubierto de cenizas volcánicas hasta hoy día (2025), (Fig. 6, 8).

B) El factor climático: Los eventos naturales catastróficos como lluvias, sequías, ventiscas y terremotos, etc., el fenómeno del niño que modifico y causo exceso de lluvias y humedad en estas zonas alto andinas frígidas, causando la pérdida de cosechas, climas más fríos por la altura, humedad especialmente de noche, y ruptura de canales por el exceso de agua y humedad (Arancibia A, Carpio J, 2010: 43).

El conocimiento benigno del clima donde ellos habitaban, quienes supieron modificar y adaptar a su diario vivir, creando un microclima más cálido en esta zona alto andina (p.p 18 parr 4). El conocimiento de algunos fenómenos atmosféricos como las heladas, el fenómeno de Föehn, vientos anabáticos y catabáticos y los procesos de convección y advección (Zeballos P, 2022: 15); este tipo de conocimiento hizo la vida más llevadera en estas zonas frígidas alto andinas.

C) Los factores técnicos: En esta parte nos referimos a la aplicación de ecuaciones matemáticas y física para la construcción de canales, reservorios, diques y bocatomas. Formulando preguntas como ¿la cantidad de agua en las quebradas si es suficiente o insuficiente? ¿por dónde debe conducirse el canal?, ¿qué tipos de suelo se deben evitar? ¿cuál es la fórmula correcta para lograr una eficiente conducción del agua?, ¿cuál es la fórmula que correlaciona la longitud del canal, las áreas de cultivo y riego, el aforo o cantidad de agua a conducir y la pérdida por filtración y evaporación?, ¿qué relación debe tener el volumen de captación o caudal inicial con la longitud del canal, para transportar el agua necesaria y concluir adecuadamente el riego de los terrenos ubicados en el extremo final de la zona de cultivo?, etc. (Arancibia A, Carpio J, 2010: 42, 43).

El trazado de canales y reservorios con sus respectivas nivelaciones, estaría dentro de la ciencia de la topográfico, y por supuesto de la ingeniería hidráulica y posiblemente otras ciencias que nos faltaría por descubrir. Lo que es tangible y evidente es que debieron de realizar algunos cálculos y fórmulas matemáticas, porque para la construcción de canales de 40 km de largo como menciona Leónidas Bernedo (p.p 7 parr 2, 4). Obvio que tuvieron que aplicar fórmulas matemáticas y conocimientos de altitud del terreno y así permitían que los canales tengan un rango adecuado de flujo de agua (5m, 7m a 9m x 1000 m), es decir, de cinco a nueve metros de desnivel por un kilómetro de longitud (p.p 2). Considero que 5/1000 m es también un buen punto, por mi experiencia en tuberías de drenaje. Si la pendiente es mayor ocasionaba altas velocidades de flujo, trayendo como consecuencias la erosión y la ruptura del canal [Flujo supercrítico ($F > 1$)]; y la velocidad no pudo ser menor porque ocasionaría sedimentación y crecimiento de vegetación en los canales [Flujo subcrítico ($F < 1$)]; donde las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio. (Villón, 2007) Este fue el punto medio que se debió usar en los canales del complejo arqueológico de Churajon, evitando excesos de flujo y rupturas; y lentitud con acarreo de sedimentos y limos [Flujo critico ($F = 1$)].

D) Los factores sociales: Para la construcción de estas obras hidráulicas se requerían habilidades especiales de los especialistas o técnicos para encontrar el nivel correcto del canal y permitir un correcto flujo de agua y con las herramientas adecuadas para este propósito. Un factor importante fue el sistema de trabajo colectivo (comunidad) como la Mita, la Minka, y el Ayni[14] (quechua). El trabajo comunitario fue muy importante gracias a este se pudo realizar las obras de hidráulica que podemos apreciar hoy en día. El trabajo obligatorio fue importante (Mita), pero siempre realizado por el bien común. No existen pruebas de que el esclavismo haya existido en épocas prehispánicas como tal, que los esclavos hayan sido propiedad individual o colectiva de las comunidades (Arancibia A, Carpio J, 2010: 50).

(14) Mita: fue un sistema de trabajo obligatorio solidario. Utilizado en la Región Andina, tanto en la época incaica, como, anterior y posteriormente. durante la colonización española de América también se la uso; en el Perú republicano en la segunda mitad del s. xx este dispositivo jurídico de colaboración estatal fue mantenido como impuesto indígena, a falta de economía de moneda. La mita proveía al Estado de la energía indispensable para construir y conservar (Vergara T, Quiroz F, 2022: 92, 95).

Minka: Trabajo comunitario o colectivo en beneficio de la comunidad. Era voluntario y obligatorio con fines de utilidad social y de carácter recíproco dentro de la comunidad (Ayllu). vigente en algunos países Andinos (Altamirano A, Bueno A, 2011: 54, 55).

Ayni: Es el concepto de reciprocidad o mutualismo entre personas de las comunidades andinas o la práctica de esta. El acto de servicio desde el afecto y la reciprocidad es llamado Ayni (MOP, 2016), que responde a la necesidad de uno y otro desde la solidaridad y la colaboración, exaltando sus valores, y la sabiduría de su propia cultura (Alvarado G, et al. 2023: 785).

LA ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CHURAJON: La organización social, política y económica respondió eficientemente a esta sociedad prehispánica, y puede considerarse que corresponde a un modo de producción que caracteriza a los pueblos andinos, que podríamos llamar Modo de Producción Andino (Arancibia A, Carpio J, 2010: 49). El Sistema de Producción Andino, fue una expresión dentro de marcos de relaciones sociales y organizativas a varios niveles: familiar, comunal y regional, inter-cruzados por normas ancestrales de ritualidad-ceremonial (ideologías), que tendió al abastecimiento económico autónomo de las familias y de la colectividad. La racionalidad económica en el uso de los recursos y las relaciones sociales de producción (Santana 1983: 19, Dufumier 1985: 2). Todo esto en base a miles de años de pruebas y error, y la persistencia de las sociedades andinas, esta experiencia ha generado una coherencia interna del sistema típico-individual, de acuerdo a los medios de producción propios, y sus objetivos sociales (Herrera N, 1987: 185).

En la práctica científico social y por consecuencia en el seno de la antropología y arqueología se puede decir que las relaciones sociales y culturales deben ser analizadas en su totalidad, con el medio ambiente y el tipo de obras (estructuras) que ellos crearon y desarrollaron. Todo el desarrollo material de una sociedad esta concadenado, a un sistema social de una determinada sociedad, de acuerdo a sus necesidades presentes y futuras. El estudio de una sociedad pasada debe ser estudiada y analizada a través de un estudio analítico, y procesual, donde la mejor manera de analizar y tipificar a estas sociedades andinas es el tratar de pensar tal y como ellos lo hicieron en aquellos tiempos pasados, así podremos saber e interpretar en mejor manera, el por qué y cómo ellos construyeron un tipo de estructura, sus alcances, sus limitaciones y su relación con la cosmovisión que ellos tenían. Es muy importante la interpretación de los restos arqueológicos a través de la investigación científica y la arqueología como ciencia social. Entendemos aquella ciencia social que, a través del estudio de la materialidad observable proveniente de sociedades que desarrollaron su acción social en el pasado, tiene el objetivo de conocer los procesos de cambio social en su dimensión histórica. Los conocimientos tienen, obviamente, una finalidad social (Camaros E, et al. 2008: 536).

El estudio de la tecnología hidráulica prehispánica aún representa un campo en el que los arqueólogos se han limitado a describir y, en algunos casos, caracterizar los vestigios que componen los grandes sistemas hidráulicos localizados en el territorio andino (Maza J, 2018: 92). Como lo ha señalado acertadamente Damiani (2002: 6), definir una red de riego como un sistema, implica considerarlo como un conjunto de artificios que contribuyen a la mayor eficacia de la distribución del agua. Estos componentes evidentemente serán, en su mayoría, de carácter hidráulico. Dentro de los componentes de funcionalidad más comunes podemos mencionar los canales secundarios, acueductos, bocatomas, caminos asociados para el mantenimiento de las obras hidráulicas y una gama de elementos que, como se dijo, permitirían el correcto funcionamiento del sistema y, en consecuencia, la óptima distribución del agua (Maza J, 2018: 93).

Todas las estructuras hídricas en el complejo arqueológico de Churajon, están asociadas a tipos de estructuras como la agricultura (andenes), viviendas, caminos etc., así mismo debió y tuvo una superposición proveniente de otras culturas anteriores, en el área, como Wari y Tiwanaku (H. medio); y la existencia de un estilo local denominado Tasata (posible Formativo); que han sido identificados a través de la cerámica; estos tipo de cerámica son anterior al estilo Churajon (H. Tardío - I. Tardío), (Szykulski 2010).
Todos estos estilos culturales pasados están en asociación al contexto y fueron parte del desarrollo tardío cultural denominada Churajon. Es a través de su legado de estos restos materiales es que hoy podemos estudiar esta cultura. Nuestro trabajo como arqueólogos es el de aplicar las mejores técnicas y métodos en el desarrollo y descubrimiento de nuevas evidencias acerca del tema que estamos elaborando (hidrología); siendo de ayuda la tipología que consiste en distinguir, el seno de un conjunto de unidades, hechos, grupos sociales, etc., que se pueden considerar como homogéneos desde un cierto punto de vista, todo esto nos lleva a la búsqueda de la asociación arqueológica (Lumbreras 1987)[15] que sería el registrar e identificar los patrones (homogeneidad) a través de la prospección y excavación (contextos arqueológicos). El principio de asociación es adaptado en la presente investigación por considerarlo importante en el estudio de la identificación de patrones de construcción en la ciencia de la hidráulica (métodos y técnicas empleadas).

(15) L.G. Lumbreras, propone que existen 3 principios que permite entender el orden y las condiciones en las que aparecen los restos arqueológicos, y que son: el de asociación, el de superposición y el de recurrencia: El principio de asociación es la pauta sobre la cual se sustenta todo el quehacer arqueológico. Su expresión física es el contexto, es decir el conjunto de elementos y rasgos que aparecen juntos, entendiéndose como "elementos" a los restos materiales. El principio de súper posiciones aquel que permite establecer la relación física secuencial de los eventos sociales que registran los contextos. Este principio establece la necesidad de reconocer como anteriores a aquellos contextos que se encuentran depositados debajo de otros que por razones estrictamente físico-mecánicas tienen que haber sido posteriores. El principio de recurrencia se refiere a la identificación de los patrones de conducta socialmente aceptados cuya expresión física se encuentra en la repetición dé los rasgos y elementos que permiten establecer contextos asignables a una misma forma de conducta, a lo largo de un tiempo dado o dentro de un espacio determinado (Lumbreras L.G, 1987: 72, 73).



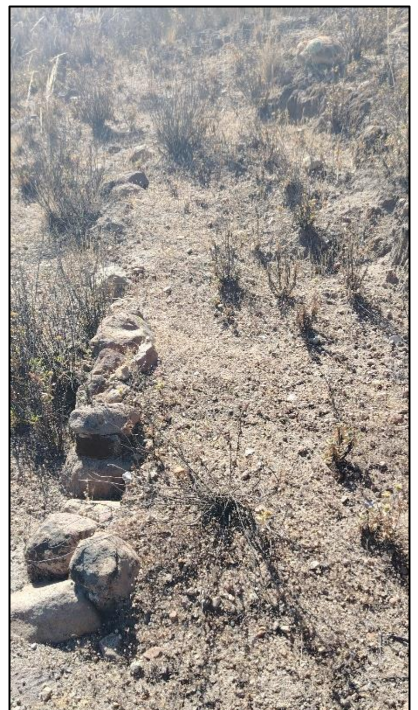
⬅ (Fig. 3) nótese el caliche muy abundante en el complejo arqueológico, y que fue utilizado como parte de las estructuras de canales y reservorios.



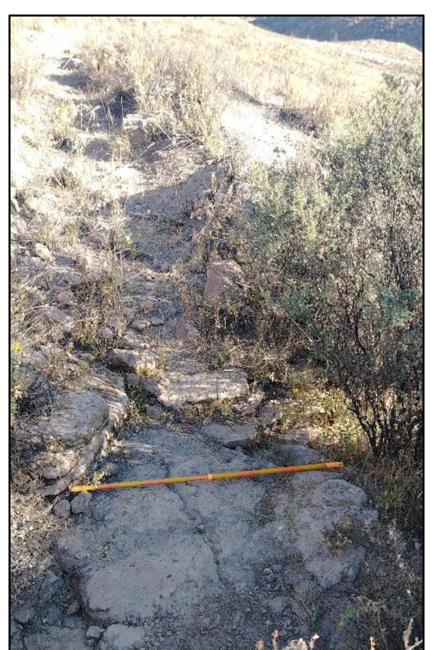
⬆ (Fig. 4) Fragmento Muro interno de canal apegado al talud del cerro, el fondo o vaso del canal era de caliche. Corresponde a (Fig. 5, 33, 39)



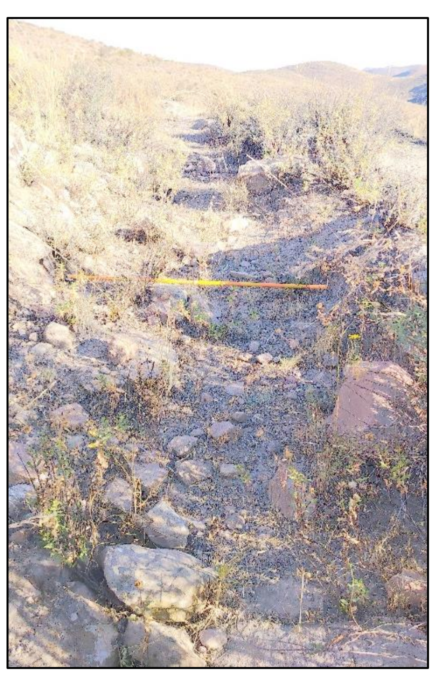
⬅ (Fig. 5) Muro de contención apegado al lado de la pendiente del cerro, este canal estaba contenido por un andén de soporte. correspondiente al canal de la (Fig. 4). Este fragmento de canal al descubierto tiene un aproximado de 4 m de largo, 1.20 y 1.50 m ancho su cauce y 70 cm de alto. Corresponde a las (Fig. 33, 39)



⬅ (Fig. 6) Continuación de fragmento de canal al descubierto (Fig. 4, 5), pero esta parte se halla totalmente cubierta de ceniza volcánica, tierra y vegetación.



⬅ (Fig. 7) Otro fragmento de canal donde se puede observar la roca madre como parte del fondo del canal.



(Fig. 8) Continuación de canal de (Fig. 7) donde se puede apreciar los bordes del canal semi-descubierto tanto para el lado del Talud y la pendiente del cerro, continuando su camino se encuentra totalmente cubierto. ➡



⬆ (Fig. 9) Nótese dos líneas horizontales en el borde del cerro, la línea de abajo corresponde a la tubería de agua que lleva el líquido desde la represa de Uzuña hasta Yarabamba y la mina de Cerro Verde. La línea superior corresponde al posible canal antiguo que lleva un nivel horizontal hasta llegar a la ciudadela de Torre Casa, este posible canal se encuentra totalmente cubierto con ceniza volcánica, tierra y vegetación. Aparte de algunos derrumbes sufridos.



⬆ (Fig. 10) Trazo de antiguo canal por donde pasaba. Hoy en día se encuentra totalmente cubierto de ceniza volcánica, tierra y vegetación. Por algunas partes se halla descubierto producto de las escorrentías de agua de lluvias que discurre por los cerros, es muy interesante ver que conservan un determinado nivel entre tramo y tramo. (línea roja)



⬆ (Fig. 11) Nótese el centro Administrativo Religioso de Churajon (cerro del fondo) y cerro Torre Casa (lado izquierdo) por donde pasaban los canales de regadío primarios y secundarios, y que circundaban dichos cerros irrigando todos los andenes de su alrededor, actualmente abandonados y cubiertos de cenizas, tierra y vegetación.

3. LOS RESERVORIOS: Son infraestructura hidráulica que funciona como almacenamiento y distribución del agua, con este término hacemos referencia a las estructuras diseñadas y desarrolladas en el complejo arqueológico de Churajon, y que sirvieron para conservar y preservar el valioso líquido elementó. El bordo de un reservorio está delimitado con un muro de piedras, y que retiene el cuerpo de agua y puede ser utilizado para pararse o caminar alrededor del mismo. Estos almacenes de agua servían para una mejor administración del agua en tierras relativamente alejadas de la fuente principal (Chacaltana S, Cogorno G 2018: 76).
Estos reservorios en el complejo arqueológico tenían sus canales de abasto y desfogue que eran las entradas y salidas de agua, estas líneas de abasto eran los canales secundarios, los canales de salida eran los de reparto de agua hacia los andenes agrícolas y que posiblemente servían como purga del exceso del agua que iba derecho hacia la quebrada de Segache. Este tipo de reservorios de agua del complejo arqueológico de Churajon, son reservorios excavados en los lechos de la tierra y roca madre de esta área, los cuales almacenan gran parte del agua debajo del nivel original del suelo y que eran casi impermeables, es decir que el agua no se filtraba mucho en el subsuelo, por lo tanto, habría que mantenerlo en constante llenado de agua. También se pudo llenar con el agua de escorrentía y agua de lluvia, pero principalmente por canales. Considero que debió tener unos reservorios para cada uso específico; es decir reservorios para uso centros urbanos de personas y animales y los reservorios para uso agrícola.

Según Jozef Szykulski Hasta la fecha solo se han encontrado dos reservorios bien datados en el complejo arqueológico de Churajon, estos dos se encuentra muy cerca del actual centro administrativo religioso de Churajon y que J. Szykulski lo menciona y realiza algunas tomas fotográficas: *"En dicho Centro Administrativo se pueden apreciar estructuras de 2 reservorios que se encuentran cubiertos por ceniza del volcán Huaynaputina, los únicos ubicados hasta la fecha. "comunicación verbal en las temporadas de investigación arqueológica" temporada 1995 / 96*.
"Lo característico de Churajon son miles de hectáreas de terreno montañoso cubierto por antiguas ruinas y terrazas agrícolas junto con un extenso sistema de reservorios y canales" (Szykulski J, 2010: 49).

"Según la Asociación Mundial para el Agua GWP (Global Water Partnership), en el planeta un 97% del agua está en mares y océanos; solamente un 3% es considerada agua dulce, de la cual el 69% está congelada en casquetes polares y glaciares y otro 30% bajo tierra. Así, que finalmente sólo el 1% de agua dulce está disponible en la superficie" (Salas M, 2023: 1).

Monseñor L. Bernedo Málaga nos describe así algunos reservorios y diques colindantes o cercanos al complejo arqueológico de Churajon: *"Así 1a pampa de Pocsi quedó convertida en un norme estanque que dio agua suficiente para la irrigar casi todos los terrenos que actualmente son áridos, desiertos ubicados entre las poblaciones de Mollebaya, Characato y Socabaya, que miden miles de hectáreas, cuyas ruinas de los muros de contención y de canales numerosos, revelan a todas luces que fueron un día grandes centros agrícolas y ganaderos. Con este mismo sistema de represas, las aguas estancadas de la pampa de Candabaya, lograron aumentar el caudal del río Ja1án y só1o así pudieron irrigar el valle de Chapi desde Churajón hasta la confluencia con el río Tambo en una extensión de más de 50 km"* (Bernedo L, 1949: 109).

¿Cómo se construyeron los reservorios? Estos estaban compuestos por unos anillos de piedra alrededor y encima del vaso del reservorio (Fig. 23, 24), que estaban entrelazadas entre sí, usaban mortero[16] [greda (arcillas), lodos arcillosos, cactus, etc.], para tal fin y champas, que son muy típicas en el lugar. Las piedras podrían ser de varias hileras no muy altas que alcanzaban una altura de entre 30 y 50 cm alto, este es un promedio aproximado, este anillo de piedras servía para delimitar el perímetro del reservorio y como parte de la estructura de contención de agua. La base o fondo del vaso y los taludes[9] del reservorio, eran excavados hasta llegar hasta casi la roca madre y el caliche, y que posteriormente eran rellenados con greda del lugar para evitar posibles filtraciones, posiblemente usaron entre 10 y 20 cm de espesor de este material arcilloso o mortero en algunos casos donde el fondo del terreno no era de roca madre o caliche, como hemos visto en otras investigaciones acerca del empleo de mortero (gredas) y piedras como refuerzo ante filtraciones. Los taludes internos tuvieron que estar bien asentados en la roca madre o caliche o estar revestidos con piedras planas y greda; esto era necesario para aguantar la precisión y oleaje del agua almacenada en el interior de los reservorios, su efecto era proteger el reservorio de las filtraciones y destrucción que puede causar la lluvia o los movimientos telúricos. Podemos decir que estos reservorios no eran muy profundos, alcanzaban una profundidad de entre 1 m. y 1.5 m. aproximado; posiblemente en futuras investigaciones se pueda determinar y descubrir más reservorios abandonados y enterrados. Estos reservorios estaban a cielo abierto, y no poseían ningún tipo de cubierta como techos rudimentarios de paja. Estos reservorios eran de tamaño pequeños en comparación con los que tenemos hoy en día (2025).

Los trabajos de Pilar Tuppia y su equipo nos dice: La Construcción del vaso del dique es colocar tierra arcillosa húmeda y libre de material vegetal y de piedras compactando en capas de 30 cm de altura e impermeabilizando. La mezcla elimina el riesgo de filtración y el desplome de la estructura, frente a la presión del agua almacenada. Seguir este procedimiento hasta alcanzar la altura deseada (de 2 a 4 m) (Tuppia P, et al, 2018: 16). Esta investigación se basa en la construcción de reservorios artesanales actuales, pero cuyas técnicas y métodos se arrastran desde épocas prehispánicas.
En cuanto las herramientas que utilizaron un poco difícil decir el tipo que utilizaron; existieron algunas herramientas usadas y registradas desde la época colonial como: **La chakitaclla**, una especie de pala o lampa prehispánica; **las andarillas** permite el transporte cómodamente por más de 80 kg, **la Huactana** una especie de mazo echo de madera, **la Cuchuna** una especie de azadón que servía para escarbar el terreno, compuesto o hecho de madera y **mazos o combos** compuestas de piedras duras, usadas como martillos (Llerena C. et al, 2004: 29) y el nivel rudimentario tipo **"A"** (p.p 3 parr 5, 6). Posiblemente estas eran algunas de las herramientas que utilizaban para trabajar y construir sus estructuras hidráulicas.

Según Mauricio Salas (M.Sc), nos dice: "Cuando el vaso (fondo y taludes) del reservorio no está correctamente impermeabilizado, la pérdida del agua captada puede llegar a ser total en pocas horas o pocos días; especialmente en reservorios de gran tamaño, poco profundos y carentes de sombra. Contrariamente cuando el vaso del reservorio se compacta e impermeabiliza correctamente, las probabilidades de pérdidas por infiltración se reducen a casi cero. Un rango tolerable de infiltración no debe ser mayor a 2 mm por día. Si se utiliza arcilla A) Se coloca una capa de 20 cm a 30 cm de grosor de arcilla en el vaso del reservorio. Se estima un uso de 1 m^2 a 3 m^2 m de arcilla por cada 5 m^2 de superficie a impermeabilizar. De esta forma un reservorio con un área plana (vaso) de 1,000 m^3, el volumen de arcilla requerida sería de 200 m^3. B) Si el material removido durante la excavación es arcilloso (más de un 40% de arcilla), se puede utilizar para construir los taludes del reservorio; con excepción de la arcilla expansiva, que sufre grandes cambios de volumen, al expandirse con la humedad y al contraerse o rajarse con el calor. La mejor arcilla para impermeabilizar el vaso de un reservorio es **la bentonita sódica,** perteneciente al grupo de las arcillas más plásticas. Cuando este tipo de arcilla se mezcla con cualquier tipo de suelo, esta gana gran plasticidad y capacidad auto sellante, pues al humedecerse la arcilla ocupa los espacios vacíos que se encuentran entre los granos de arena. (MEFCCA, COSUDE, CATIE, 2018)" (Salas M, 2023: 6).
En definitiva, los antiguos pobladores del complejo arqueológico, debieron de conocer este tipo de problemas y debieron aplicar una solución en contra de las filtraciones a parte de tener el beneficio de suelos de caliche y rocosos. La greda compuesta de arcillas plásticas y el mortero[16], considero también que fueron los candidato seguro para cualquier filtración; haciendo casi impermeable y evitando el escape de agua de los reservorios entre 2 mm y 5 mm de agua diario como máximo, estas mediciones de perdida de agua, las tenemos en base a los estudios de suelos, filtraciones y uso de arcillas realizados actualmente (2025) en otros trabajos de investigación realizadas con arcillas en diferentes países y regiones de nuestro continente americano.

Los beneficios de haber tenido reservorios: A) fueron el de haber ayudado a crear un microclima (a través de la evaporación) (Zeballos P, 2022: 15, 16, 17) más cálidos y tolerantes en estas zonas alto andinas frígidas, especialmente de noche. Los canales de agua, andenes húmedos y reservorios de agua, contribuyeron a la creación de un microclima clemente, esta evaporación creó un efecto invernadero benigno y cálido, en toda el área del complejo arqueológico de Churajon, en beneficio de sus pobladores y animales domésticos; también las piedras durante el día absorben calor y durante la noche la irradian, contribuyendo así en el proceso de invernadero del área. **B)** La construcción de reservorios para almacenamiento de agua especialmente en épocas de seca. **C)** La recuperación de la escorrentía superficial y de las lluvias, **D)** Optimización de los sistemas de riego **E)** Desarrollo de sistemas de uso, reusó y recirculación de agua y que terminaba en los andenes de regadío o en el fondo de las quebradas. **F)** Interacción y trabajo conjunto entre diversos factores ubicados en la misma cuenca hidrográfica, en donde el objetivo común sea la gestión sostenible del recurso.

(16) El mortero compuesto de guijarros, fragmentos de cerámica carbón vegetal, elementos orgánicos y greda, todos estos componentes hacían a la argamasa altamente elástica y consistente todo esto sumado los componentes del cactus (mucílagos), que fue parte fundamental en la composición del mortero. Actualmente nuevas investigaciones acerca de las propiedades de los cactus especialmente del "Opuntia Ficus Indica" (nopal) y de sus componentes como el mucilago, que al ser mezclado con cemento (concreto) aumenta su resistencia e impermeabilidad ante el agua. "El mucílago de NOPAL es un posible potenciador de la durabilidad de los morteros a base de cemento. Eso disminuye la porosidad del mortero y aumenta su resistividad eléctrica, la velocidad del pulso ultrasónico y la resistencia a la compresión" (Martínez W, et al, 2015: 171) (Zeballos P, 2023: 4).
Composición de las arcillas: La arcilla, en su estado natural, está compuesta de varios minerales arcillosos, que son silicatos de aluminio, pero también presentan productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, y otras sustancias como fragmentos de rocas, de óxidos hidratados, álcalis y materiales coloidales (Del Río, 1975), (Barranzuela J. 2014: 6). Las arcillas provienen de la alteración físico-química por acción principalmente del agua y de minerales que forman parte de otras rocas preexistentes, en función de que roca se altera y en qué grado, se originan una serie de minerales denominados "minerales de la arcilla" (García D, Cabana M.J. 2014: 6) (Zeballos P, 2023: 9).

MEDIDAS DE LOS RESERVORIOS: Los reservorios identificados en el complejo arqueológico de Churajon, se puede decir que son de tamaño pequeño (por la cantidad de metros cúbicos que pudieron contener), pudiéndose identificar y estudiar hasta el presente artículo solo tres reservorios, que están totalmente abandonados. Los reservorios en este complejo debieron de ser muchos más, posiblemente entre unos 50 o 60 reservorios o quizás más, pero actualmente se encuentran enterrados y cubiertos por las cenizas del volcán Huaynaputina y el acarreo eólico del viento.

¿Por qué los antiguos pobladores de Churajon no construyeron grandes reservorios o represas en el área? Pues es simple deducir que el tipo de materiales que empleaban hubiera sido un problema grande para la contención de la gran cantidad de metros cúbicos de agua acumulados (presión hidrostática) dentro del reservorio, debido a que ejerce una fuerza de empuje grande, hubiera creado riesgo de desembalse y destrucción en el área. Actualmente las presas y diques (reservorios) de tierra y piedras tienen geo-membranas que les ayuda a prevenir filtraciones y fisuras para evitar futuras rupturas (Aguilar W, 2006: 40), (Espinosa M, 2010: 59). Los tipos de materiales como piedras con juntas de mortero (greda) no eran adecuados para este tipo de mega estructuras y los antiguos pobladores lo sabían y lo mejor era construir embalses y reservorios pequeños con materiales rústicos y típicos del lugar y que podían contener cierta cantidad de agua almacenada. Los posibles diques se construyeron y se hicieron cerca de riachuelos o dentro de estos, como los existentes actualmente dentro del riachuelo de Candabaya que son naturales (Fig. 25, 26). Un dique artificial de gran envergadura hubiera tenido problemas de ruptura justamente por el tipo de materiales rústicos usados.

Presentamos algunas medidas de los 3 reservorios encontrados:

1) Reservorio en lo alto de centro administrativo, como a 500 m del centro administrativo (Fig. 16), cuyas coordenadas son 253123.54 E con 8157660.82, a una altitud de 3220 msnm. Teniendo un largo de 27 m, y un ancho de 18 m, una profundidad aproximada promedio de 1 m a 1.20 m en su parte más onda (Fig. 13).

2) Reservorio encontrado lleno de arena ceniza volcánica con su exclusa de desfogue, muy cerca del reservorio número 1, cuyas coordenadas son 253193.03 E con 8157678.15 S con una altitud de 3218 msnm. Tiene forma de media luna, profundidad calculada aproximada de 1m, con 30 m de largo y unos 20 m de ancho de aproximados (Fig. 14). Este reservorio se encuentra contenido por un andén para posterior en parte superior tener una hilera de piedras que sería el muro propio del reservorio (Fig. 18).

3) Reservorio encontrado por donde vive Pio y Ema en la quebrada de Candabaya en Churajon (Fig. 22), tiene forma de media luna, cuyas coordenadas son 252763.54 E con 8158225.99 S y una altitud 3204 msnm. Tiene 40 m largo y 20 m ancho aproximadamente, con una profundidad 1m a 1.5 m, Este reservorio tiene un gran destrozo natural en su lado norte, producto de las pequeñas torrenteras de lluvia que se han formado (Fig. 15).

Fórmulas para cálculo del volumen de reservorio:

Cuando las áreas del reservorio tienen niveles diversos. Tomado de: (Arrieta J, 2004: 15)

$$\bullet\ V = \frac{h}{3}\ (A1 + A2 + \sqrt{(A1 x\ A2)}$$

Formula 1

V = volumen del reservorio (m^3).
h = profundidad del reservorio (m).
A1 = área menor del reservorio (largo x ancho).
A2 = área mayor del reservorio (largo x ancho).

Cuando las áreas del reservorio son uniformes:

V = largo x ancho x altura

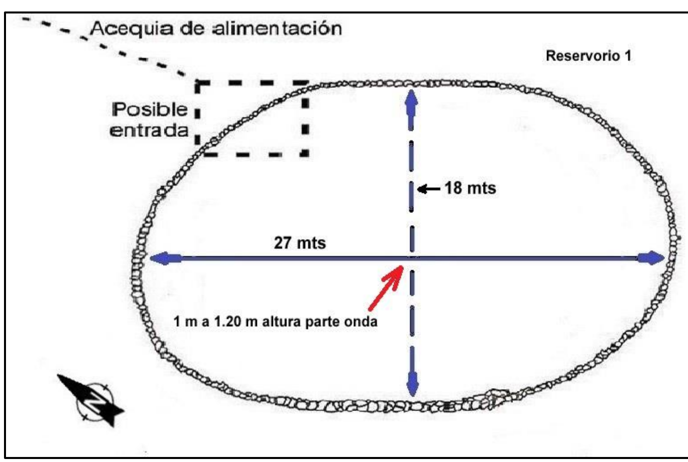
Formula 2

También presentamos una formula aproximada de cálculo de evaporización de aguas, que nos ayudaría en futuras investigaciones a determinar la cantidad de perdida de agua por evaporación aproximada de los reservorios y áreas de cultivo (fig. 27) (Arrieta J, 2004: 10, 11); este cálculo y estudio nos ayuda con investigaciones anteriores, donde la evaporación es un factor importante en la creación de **"micro climas"** cálidos y benignos (alto andinos), especialmente en estas áreas que son frígidas de día y especialmente de noche (Zeballos P, 2022: 15, 16, 17).

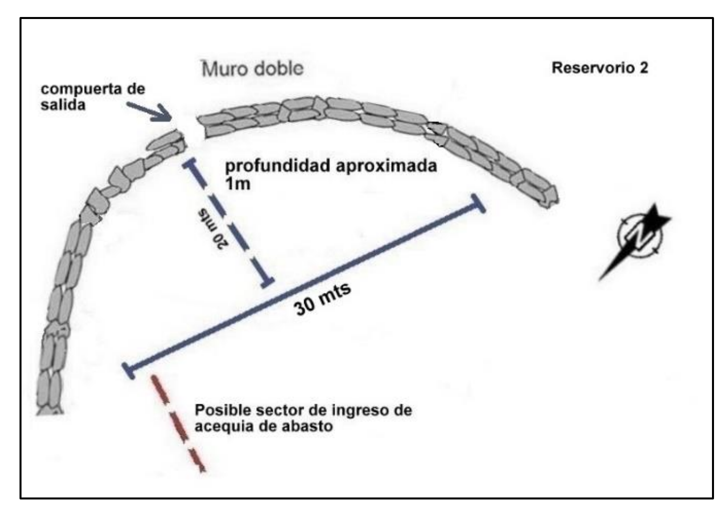
Elevación (msnm)	Evapotranspiración potencial (mm)
0	5.889
250	5.685
500	5.481
750	5.276
1000	5.072
1250	4.868
1500	4.664
1750	4.46
2000	4.255
2250	4.051
2500	3.847
2750	3.643
3000	3.439

- Calcular la evapotranspiración potencial (Eto). Eto = (2 120 – 0,294 x h) / 360
- Eto = evapotranspiración potencial (mm)
- h = altura del lugar de cultivo (m s.n.m.)

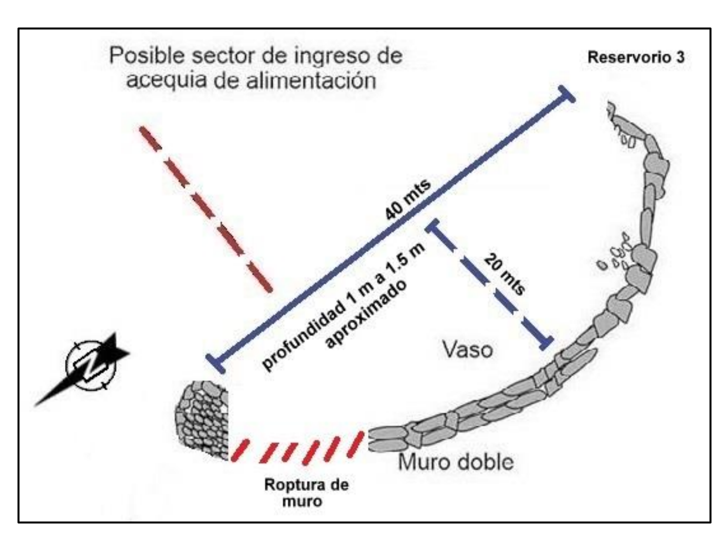
(Fig. 12) Tabla de valores y formula para cálculo de evaporación – traspiración, en reservorios y áreas de cultivo.



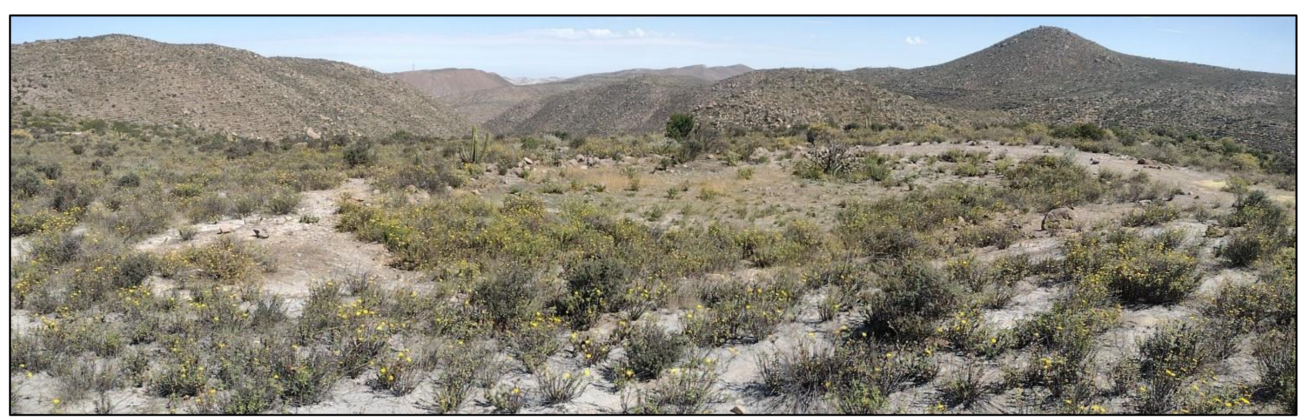
(Fig. 13) Reservorio 1, cerca de centro administrativo religioso de Churajon. No se ha podido identificar la compuerta de entrada y salida de agua, asociado a (Fig. 16).



(Fig. 14) Reservorio 2, en forma de media luna cerca del reservorio n° 1, se identificó su compuerta de salida y una posible entrada, asociado a (Fig. 17, 18).



(Fig. 15) Reservorio 3, en forma de media luna, cerca de la actual casa de Pio y Ema. No se ha podido identificar la compuerta de salida de agua, asociado a (Fig. 22).



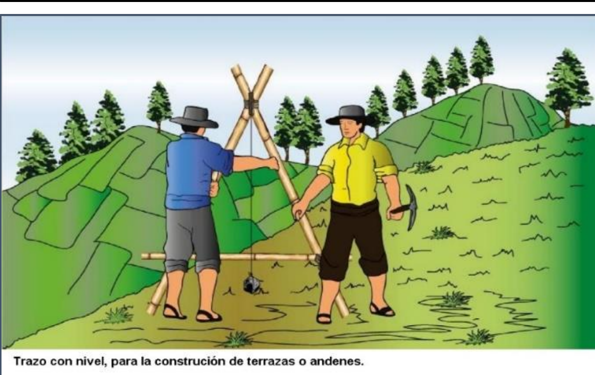
⬆ (Fig. 16) Reservorio número 1, nótese la oquedad del vaso del reservorio hoy cubierto de ceniza volcánica y plantas del lugar. Dibujo (Fig. 13).



⬅ (Fig. 17) Reservorio número 2, nótese la oquedad del vaso del reservorio, hoy cubierto de ceniza volcánica y al arqueólogo L. Díaz sosteniendo un jalón.



⬅ (Fig. 18). Compuerta de salida de agua del reservorio n° 2. Nótese también el muro de contención (anden) del reservorio.



⬆ (fig. 19). Nótese el nivel en forma de “A” (Vázquez A. et al, 2016: 41), con su respectivo peso, una piedra. Tomado de: Paul J. Zeballos, La andenería del complejo arqueológico de Churajon.



⬆ (Fig. 20). Parte superior de compuerta de reservorio n° 2.



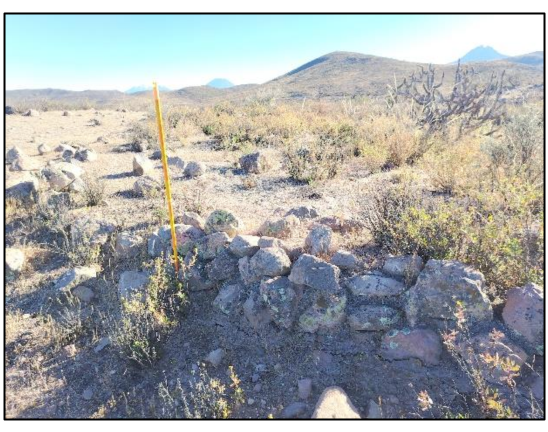
⬅ (Fig. 21) Parte superior de reservorio nótese dos hileras de piedras una corresponde al muro del reservorio y la otra es la mampostería del andén que contiene el reservorio. (Antropólogo Gonzalo Oporto).



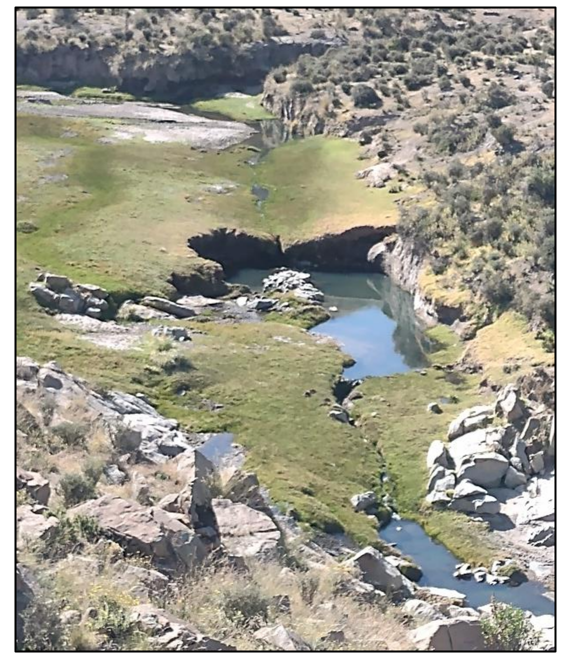
⬆ (Fig. 22) Foto de reservorio n° 2, nótese la depresión y algunas piedras que son parte de su muro de perímetro.



⬅ (Fig. 23) Parte del muro del reservorio n° 2 que delimitaba el perímetro del mismo.



(Fig. 24) Muro del reservorio n° 1 que delimita el perímetro del mismo. ➡

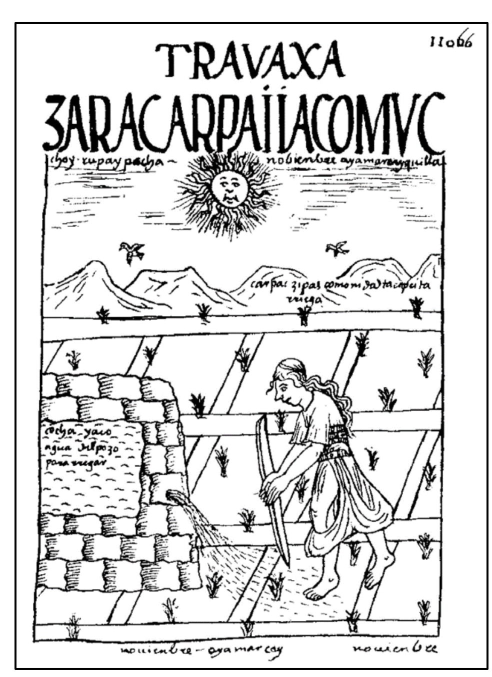


⬅ (Fig. 25) Algunos diques naturales o Qochas, que actualmente son utilizados por los campesinos del área, ubicado en la quebrada de Segache. Los antiguos Churajones también debieron utilizar dichos diques naturales.

⬆ (Fig. 26) Quebrada de Segache donde se presenta muchas Qochas naturales grandes y otras pequeñas. El agua es producto del subsuelo o manantiales.

Estos antiguos pobladores del complejo arqueológico de Churajon supieron valorar los reservorios como un sistema de almacenamiento de agua en la mayoría de los casos artificiales, con objetivos definidos (irrigación de cultivos y abasto a zonas urbanas); Además se debe considerar que puedo de llegar albergar una importante diversidad de fauna silvestre, inclusive especies endémicas típicas de la zona altitudinal Quechua, por lo cual su manejo de estos espejos de agua debió ser un acto muy responsable y planificado. El manejo de caudales y prácticas de no contaminación debió de jugar un papel muy importante, teniendo en cuenta que la optimización del recurso va más allá de los límites del área arqueológica de Churajon, dado que las acciones responsable y las actividades de conservación afectaron positivamente a nivel de paisaje, permitiendo a los pobladores del complejo arqueológico contar con agua suficiente y de calidad todo el año.

El término "Qochas" en quechua, se refiere a pequeños reservorios o lagunas artificiales que se construyen en depresiones naturales del terreno, usando materiales de la zona como piedras y terrones de tierra, y permiten almacenar el agua de lluvia y que era trasportada por canales (Fig. 9, 10).
Según Jesús Maza y Andy Combey nos dicen: El estudio de las represas hidráulicas o *qochas* (Fig. 27) en el mundo andino ha sido indefectiblemente asignado a mecanismos realizados por las sociedades andinas, cuya concepción revela una estrategia de subsistencia basada principalmente en la estabilidad hídrica de su medio natural (Contreras 2010; Ortloff and Moseley 2009). Evidencia sobre la construcción de este tipo de obras hidráulicas en la época prehispánica tardía se encuentran en relatos recogidos en la región central andina, anotado por eclesiásticos o extirpadores de idolatrías (Arriaga 1621; Ávila 1966 [1598]) y cronistas andinos (Huaman Poma 2017 [1613]) (Maza J, Combey A, 2020: 544).



⟵ (Fig. 27) Ilustración donde se ve a una mujer sacando agua de un reservorio o "qocha" para irrigar sus cultivos. Tomado de Felipe Guamán [Guaman Poma de Ayala F, (1615) (Tomo: 2) (fig. 1166) 2005: 937]. Nótese la importancia de la mujer en este quehacer.

En el mundo andino existió todo un ritual acerca del agua "culto al agua" los reservorios, canales, represas, etc. también estaban dentro de estas creencias religiosas (p.p 5, parr 4, 5).

Según Rebeca Carrión nos dice: Desde tiempos remotos, el aborigen del Perú rinde culto a las cumbres nevadas de la cordillera de los Andes, a las lagunas y manantiales, considerándolos como "pacarinas" o lugares sagrados, como sitios de origen de ciertos linajes, donde residían los dioses o seres míticos protectores de la vida. Ello mueve a las más audaces empresas humanas a la construcción de trabajos hidráulicos que perduran hasta el presente y aseguran la prosperidad y riqueza económica. El territorio fue explotado al máximo gracias al establecimiento de redes de acequias y canales, acueductos, reservorios, represas y otras obras de ingeniería. (Carrión R, 2005: 19).

Jesús Maza y Andy Combey nos dicen acerca del acto ritual de los sistemas hídricos: Diversos estudios antropológicos nos muestran las prácticas ancestrales relacionadas al ***contexto ritual*** que contienen las diferentes manifestaciones regionales de estas actividades, usualmente asociadas al mantenimiento de los sistemas hidráulicos (Arguedas 1956; Carlier 2008; Farfán 2002; Gelles 1986; Mitchell 1981; Ossio 1978; Tello y Miranda 1923; Valderrama y Escalante 1988). Como lo constataron Albeck (2011) y Parcero-Oubiña et al. (2016) (Maza J, Combey A, 2020: 544).

Según Monseñor Leónidas Bernedo Málaga nos dice: Tenían también por dios al sol, a las estrellas y a las divinidades protectoras de los ríos, lagos, tierras, cosechas y ganados cuando dejaban su vida de pescadores y cazadores para dedicarse al cultivo de la tierra y a la domesticación de animales (Bernedo L, 1949: 38).

Como podemos apreciar "el culto al agua" fue muy importante, no solo en la sociedad Churajon, sino también en todas las sociedades culturales andinas de aquellos tiempos.
El "culto al agua" fue una forma de agradecimiento a este preciado líquido elemento de necesidad vital, que podría ser incontrolable a través de tormentas, huaycos y sequias. La ausencia o excesos del agua pudo fomentar la aparición de enfermedades endémicas y devastar a pueblos enteros.

Según Lorena Grana nos dice: El estudio del manejo de agua en paisajes prehispánicos implica la combinación de diversas técnicas y escalas de observación que pueden dar cuenta tanto de la existencia y características de los componentes hidráulicos como de las lógicas de riego ancestrales (Quesada, 2007, 2011; Parcero-Oubiña et al., 2016, 2017; Salminci, 2012). Todo paisaje agrario, es una construcción social dinámica del espacio y de larga duración, que incluye la superposición de diversos años de construcción, uso, abandono y reutilización, es decir, una acumulación de trabajo campesino, que incluso perdura hasta el presente (Quesada, 2007). Para ello aplicamos la combinación de dos escalas de observación, una a nivel paisaje y la otra a nivel de estructuras arqueológicas (Grana L, et al. 2024: 4, 19). Es importante entender la variabilidad técnica y funcional existentes actualmente en las tecnologías hidráulicas, ya que esto nos permite comprender mejor los conocimientos ancestrales, sino que también nos ayuda a generar características estándares que puedan ser utilizadas como indicadores en los estudios de los paisajes agrarios prehispánicos andinos (Erickson, 1980, 2018. Lane, 2014. Pey, 2020) (Grana L, et al. 2024: 16).
Todas las estructuras arqueológicas de estos antiguos pobladores que hoy observamos, estaban en una perfecta relación con el medio ambiente natural que las rodeaba, en definitiva, el tipo de materiales **naturales o rústicos**, que ellos utilizaron, hizo que se mimetizaran con la geografía natural del área.

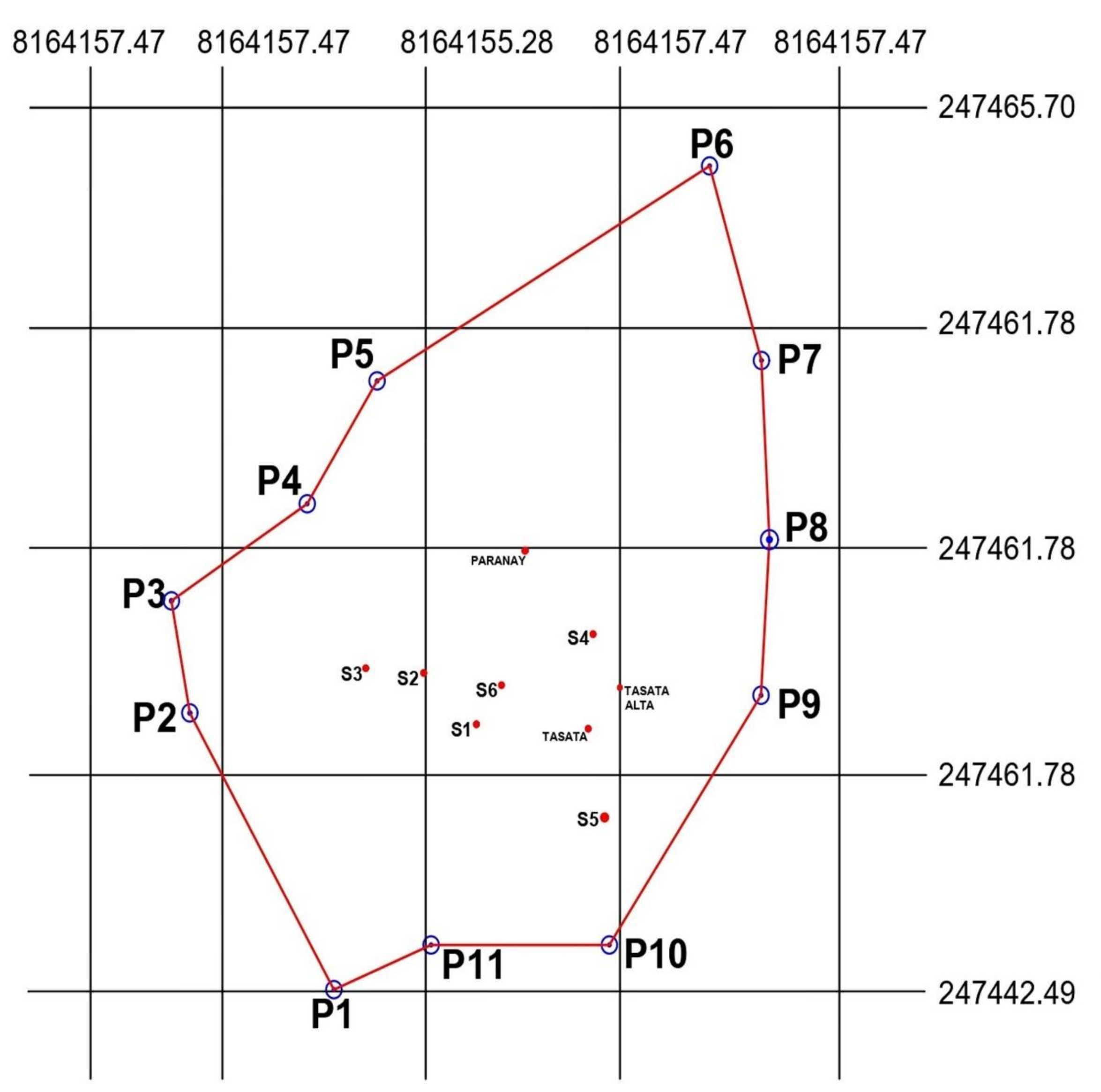
Otro aspecto para remarcar sobre el empleo de reservorios que suele ser pasado por alto y que se relaciona a este tipo de estructuras, en el manejo del tiempo. Un reservorio es, ante todo, un dispositivo temporal, puesto que está destinado a lograr un empleo diferido del agua. El tiempo un factor importante en el pasado como en el presente, dentro de un régimen temporal de riego (caudal y reparto) establecido en la operación del respectivo reservorio, el empleo del reservorio imprime un tiempo o cadencia pautada al uso de la red de riego. Es interesa conocer o profundizar los aspectos más operacionales relacionados a cubicajes, caudales y, por otro lado, caracterizar la estructura espacial y temporal del régimen de riego de cada red. En otras palabras, considerando la red de riego en su totalidad como parte del proceso económico de producción agrícola y uso urbano, cabe preguntarse sobre la planificación de los sistemas (estructuras) hidráulicas, contemplando las posibilidades de modificaciones, agregados, extensiones de redes, etc. y sus implicancias como indicadores de procesos sociales de cambio político en la regulación del acceso al riego (Grana L, et al. 2024: 19).

Generalmente en el "Mundo Andino", muchas de estas estructuras hidráulicas actualmente son dignas de admiración y especulación, ¿de sí ellos realmente las realizaron? Hoy en día nos deslumbramos y re-descubrimos las proezas y grandezas culturales y arquitectónicas que ellos crearon y que realmente es un símbolo de progreso, admiración y orgullo, para todos los habitantes actuales de las américas, quienes muchos de ellos son descendientes de aquellos antiguos pobladores, y que hoy en día es una digna admiración para el mundo entero.

Las sociedades Andinas prehispánicas a todo lo largo y ancho de los andes sudamericanos, supieron desarrollar ingeniosos y funcionales sistemas hidráulicos, con características de tecnológicas que hoy en día aplicamos en la construcción de estructuras hidráulicas modernas, donde los materiales que utilizaron en definitiva fueron artesanales o naturales básicos, pero aun así se deja entre claro que debieron usaron cálculos matemáticos y físicos, métodos y técnicas de construcción específicos que devengo en un excelente uso de las estructuras hídricas en su diario vivir.
El proceso de conquista española en las américas, produjo cierta admiración de estas sociedades andinas que los primeros cronistas describieron como civilizadas, con clases sociales bien establecidas y lo principal el tipo de estructuras arquitectónicas, agrícolas, hidráulicas, arte textileria, etc. esto los llevo a muchos españoles a tener admiración por estas sociedades, pero en general su ambición por las riquezas como el oro y la plata los llevo a tomar a los nativos americanos como sus sirvientes y esclavos, lo cual condujo a muchos españoles a considerar a estas nuevas poblaciones como algo más que seres inferiores.
Todas sus proezas fueron ocultadas y olvidadas en el tiempo, con el fin de realizar una perfecta dominación cultural y psicológica de estas sociedades nativas del continente americano. Este tipo de negación y ocultamiento de las grandezas y proezas de los autóctonos, conllevo al atraso de los mismos españoles, al no saber aprovechar y querer fusionar las nuevas tecnologías de construcción, hidráulicas, astronomía etc. que ellos había descubierto. El progreso de una sociedad se da por la cantidad de aportes culturales materiales e inmateriales que suman o se adhieren a las sociedades predominantes y dominadas, esto se conoce como una "simbiosis cultural"; el negar ***(negación cultural)*** este tipo de simbiosis solo acarrea el "estancamiento cultural" o atraso de parte de una sociedad. Los países actuales, en todo latín américa justamente se forman por el aporte cultural de dos sociedades, las americanas autóctonas y la europea española. La "negación cultural" también se aplica de una forma individual o personal lo que llevaría a una persona o grupo de personas, al no poder aceptar a otras personas por su tipo de cultura, color de piel, etc. a eso se le conoce como "racismo y apartheid".

COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE CHURAJON

PLANO PERIMÉTRICO Y ÁREA, CON PRINCIPALES SITIOS ARQUEOLÓGICOS



Puntos del Perímetro del Complejo Arqueológico de Churajon			
COTA	ESTE (E)	NORTE (N)	ALTURA COTA m.s.n.m
P1	251324.90	8153671.48	3070
P2	249493.54	8156817.68	3283
P3	249259.48	8158091.80	3343
P4	250985.66	8159195.67	3307
P5	251873.46	8160592.35	3280
P6	256100.68	8163036.66	3481
P7	256758.72	8160824.47	3479
P8	256860.95	8158786.86	3483
P9	256753.59	8157017.93	3379
P10	254826.01	8154179.43	2901
P11	252559.89	8154179.43	3118
PERÍMETRO: 27.53 KILÓMETROS			
ÁREA: 47.20 KILÓMETROS CUADRADOS			

Distancia en metros entre puntos (Cotas)			
P1 - P2	3640.05 m	P2 - P3	1295.82 m
P3 - P4	2048.95 m	P4 - P5	1654.96 m
P5 - P6	4883.03 m	P6 - P7	2307.98 m
P7- P8	2027.68 m	P8 - P9	1772.78 m
P9 - P10	3431.12 m	P10 - P11	2266.12 m
P11 - P1	1335.37 m		

Poblados dentro del Complejo Arqueologico			
Tasata	254556.42	8156637.80	2988 m.s.n.m
Tasata Alta	254959.47	8157105.61	2998 m.s.n.m
Paranay	253753.94	8158661.25	3160 m.s.n.m

Diseño y Prospección:
Paul Jofrey Zeballos
Arqueólogo

Leyenda:
- P1: Punto de coordenadas.
- S1: Sitio arqueológico dentro del Perímetro.

Cordenadas de Sitios Arqueológicos importantes dentro del Perímetro			
COTA	ESTE (E)	NORTE (N)	ALTURA COTA m.s.n.m
S1	Plaza Principal Centro Administrativo Religioso de Churajon. (Urbe)		
S1	253135.84	8156688.80	3253
S2	Cerro de Torre Casa (Urbe)		
S2	252465.49	8157271.36	3192
S3	Cerro Santuario la Luna (Santuario)		
S3	251729.25	8157326.02	3306
S4	Cerro Parasca (Urbe)		
S4	254618.77	8157713.39	3144
S5	Cerro Gentilar (Urbe)		
S5	254765.18	8155629.37	2964
S6	Cerro Buenavista (Urbe)		
S6	253454.47	8157132.86	3234

0 1 km 2 km 5 km

Escala: 1: 50,000

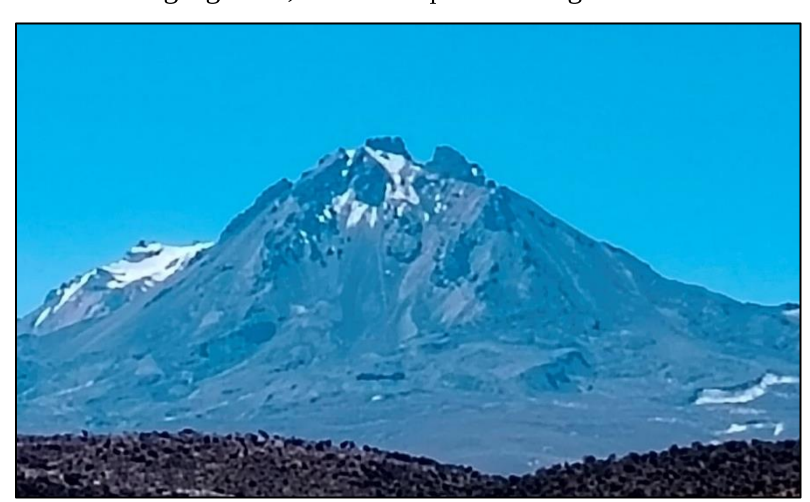
EPILOGO

¿Cómo pude identificar los tramos de canal? Pues al percatarme que estos andenes estaban bien nivelados y me llevaban de un punto a otro, aparte todo estos tramos de canal se enlazaba desde la cota más alta que sería el cruce entre carretera entre Paranay y centro administrativo Religioso de Churajon; con las otras cotas (Fig. 36, 37) que seguían el mismo nivel, posteriormente pude observar que seguían el borde o contorno del cerro sin subidas o bajadas y tampoco sin hacer cortes entre ellos, como los existentes en los caminos, es decir para llegar entre el punto A y B en vez de cortar camino, que me tomaría llegar entre 6 y 10 minutos por el cauce de la quebrada, tuve que caminar por todo el borde del cerro tomándome unos 30 a 40 minutos llegar desde un punto A hacia el punto B, otro factor es que estos canales se encuentran llenos de cenizas volcánicas producto de la explosión del Huaynaputina (1600) donde las plantas muy difícilmente tienden a arraigarse al suelo acido. Otro factor fue el descubrimiento de tramos pequeños completamente limpios donde se puede ver los taludes y fondo del canal, en algunos casos excavados en el propio caliche y en otros tienen un refuerzo de mampostería de piedra y mortero hacia ambos lados, tanto el apegado al cerro como los que se encuentran en la pendiente y una extra hilera que forma el andén que delimitaba y sostenía al canal propiamente dicho.

Los reservorios también jugaron un papel importante en la identificación de canales, si uno está aquí, ¿por dónde está su fuente de alimentación? Gracias a esta deducción es que pudimos determinar y descubrir algunos tramos de canal, y que a futuro esperamos identificar más canales y reservorio. (Luis H. Díaz y Paul J. Zeballos).

Otro factor muy importante en mencionar es el desplazamiento del agua por gravedad en nivel 0 a -1, gracias a este factor es que puedo determinar por donde pasa un canal, siguiendo y determinando un posible cause a través de la gravedad del agua que debió correr, es que deduje por donde pudo correr un cause artificial más él descubrimiento de algunos tramos limpios y otros semi enterrados.

Actualmente los manantiales de las laderas del Pichu Pichu son las que alimentan y dan vida a los riachuelos de esta área geográfica, siendo así que dichas aguas dan vida a la actual represa de Uzuña (2025).



⟵ (Fig. 29) Ladera sur del nevado Pichu Pichu donde discurren y brotan la mayoría de manantiales que abastecían las zonas agrícolas y habitacionales del complejo arqueológico de Churajon. Actualmente estos manantiales abastecen a los poblados actuales circundantes y a la represa de Uzuña (2025).



(Fig. 30) pequeño canal moderno de concreto con piedras y cemento abandonado, su toma de agua es un pequeño dique en la quebrada de Candabaya alta, que está abandonado y roto. ⟶

En cuanto a los Reservorios Eran pequeños, no creo o considero que se haya usado para regar directa y principalmente en los campos agrícolas, no hubieran alcanzado la cantidad de reservorios que propongo entre 50 o 60 (p.p 22), en toda esta área agrícola de 1850 Ha (Zeballos P, 2022: 14). pero si como un sistema alterno o secundario en caso de contingencias en el uso agrícola. También para un uso fundamental en el consumo humano y animal, por eso que se los tenía que tener siempre llenos y con un buen mantenimiento: limpios de vegetación y con estructuras óptimas.

Actualmente en la irrigación agrícola de San Camilo Arequipa con 2400 Ha. Aprox, La distribución de agua es por canales y tubería (regadío por gravedad), existen algunos reservorios para el tratamiento uso de agua para el consumo humano.

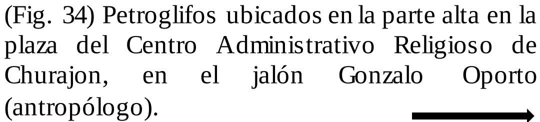


(Fig. 31) resto de canal al descubierto, muy cerca del cruce de carretera de Paranay y Centro Administrativo Religioso de Churajon. Cauce escavado por la escorrentía en el caliche tanto en el talud del cerro como en la pendiente de la misma.



(Fig. 32) Tramo de canal, donde todavía se puede apreciar las plantas que no crecen dentro de el por la abundancia de la ceniza volcánica en su cauce.

(Fig. 33) Tramo de canal expuesto, de unos 4 m de largo y 1.20 m de ancho. Este tramo ha sido expuesto por la escorrentía del cerro, nótese que tiene un muro al lado del talud del cerro, y otro muro hacia la pendiente del cerro, el cauce del canal fue excavado en el caliche. Los muros corresponden al soporte extra del canal. En la parte de la pendiente del cerro, el muro es parte del andén.





(Fig. 34) Petroglifos ubicados en la parte alta en la plaza del Centro Administrativo Religioso de Churajon, en el jalón Gonzalo Oporto (antropólogo).





(Fig. 35) Explanada del Centro Administrativo Religioso de Churajon, donde se puede apreciar tres glorietas construidas para dar sombra y descanso a los turistas.







(Fig. 36) De izquierda a derecha las dos primeras imágenes corresponden al canal de las (Fig. 4, 5), la última o tercera del lado derecho corresponde a la (Fig. 6) que sería su continuación, pero esta parte de canal se halla enterrado.



(Fig. 37) Corresponde a la (Fig.7, 8) donde el fondo del canal es roca madre y por las cotas de altitud, parece ser la continuación del canal de las (Fig. 33). La distancia entre ambos puntos dista de unos 580 m aproximados, siguiendo las curvas de nivel. Actualmente los trazos de estos canales se hallan enterrado, quedando al descubierto algunos tramos de canal.



(Fig. 38) Continuación de canal donde se encuentra expuesta la roca madre, asociado a (Fig. 7, 8) completamente enterrado dando la forma e impresión de un antiguo camino.



(Fig. 39) Tramo de canal expuesto, es el mismo de la (Fig. 33), nótese como el fondo del cauce del canal ha sido excavado en el caliche, Ancho de canal 1.20 m, aprox. en su parte más ancha.

AGRADECIMIENTOS



⬆ En la foto de izquierda, Al final del recorrido, los arqueólogos Luis H. Díaz y Paul J. Zeballos. A la derecha, al final del recorrido con el antropólogo Gonzalo E. Oporto.

.

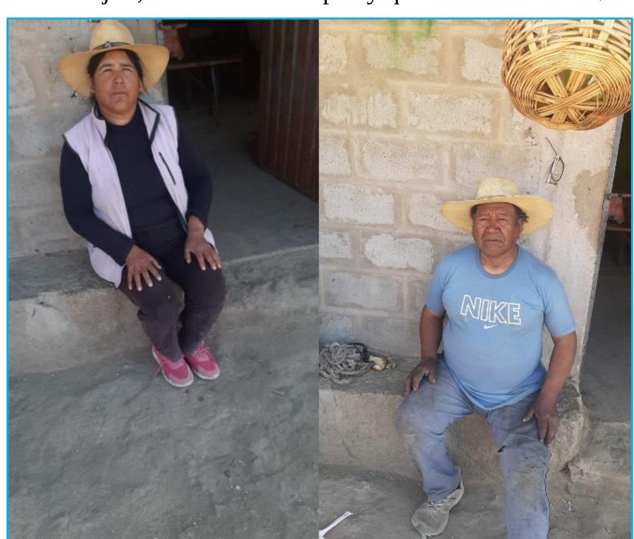


⟵ Ema y Pio Pelayo, preparando quesos en Churajon.



⬆ Mi madre y padre, Elsa y Manuel Álvarez.

Paulino y Marina Escapa, en su casa de Tasata Churajon, donde elaboran pan y queso. ⟶



⟵ Teresa y Manuel Ale, amigos de Tasata Churajon, productores de papas maíz, etc. productos agropecuarios.

BIBLIOGRAFIA

1. Autoridad Nacional del Agua (ANA). criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima – Perú, 2010.

2. ANDENES PARA LA VIDA. Inventario y caracterización de andenes en los andes tropicales del Perú Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural – AGRO RURAL. Lima Perú. 2011.

3. Achig Balarezo David Ricardo. Cosmovisión Andina: categorías y principios Universidad de Cuenca. Revista de la facultad de ciencias médicas, Volumen 37, N° 3. Cuenca Ecuador. 2019.

4. Aguilar Núñez William. Análisis técnico económico comparativo entre dique construido en material granular compactado y dique en gaviones en el embalse del proyecto hidroeléctrico cariblanco (p. h. cariblanco). Instituto tecnológico de Costa Rica escuela de ingeniería en construcción. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. p.p 1 – 45. Cartago Costa Rica. 2006.

5. Altamirano Enciso Alfredo José, Bueno Mendoza Alberto. El Ayni y la Minka: dos formas colectivas de trabajo de las sociedades pre-Chavín. Revista: investigaciones sociales n° 43 Vol. 15 N°27, p.p 43-75. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (UNMSM), Lima, Perú. 2011.

6. Alvarado Gustavo, Bustamante Claudia, Olivares Maite. El Ayni: Reciprocidad educativa en la experiencia de aprendizaje constructiva de la Caruna. 21° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT). Bogotá Colombia. 2023.

7. Álvarez Zeballos Paul Jofrey. LA ARQUITECTURA Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL POBLADO PREHISPÁNICO DE PARASCA (POLOBAYA) AREQUIPA. Tesis. Arequipa – Perú, 2000.

8. Ancajima Ojeda Ronald. Sistemas Hidráulicos Pre Incas e Incas. Editor: Colegio de Ingenieros del Perú. Conferencia Magistral: Tecnologías Ancestrales. Revista ingeniera nacional. Vol 2011 p.p 31 – 39. Lima Perú.

9. Andrades Rodríguez Marisol. Múñez León Carmen. FUNDAMENTOS DE CLIMATOLOGÍA. Universidad de la Rioja. Servicio de Publicaciones. Material didáctico agricultura y alimentación. Rioja España. 2012.

10. Arancibia Samaniego Ada, Carpio Mansen Jenny. La gestión del Agua en el Perú Pre colonial. Módulo 3. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima Perú. 2010.

11. Arrieta Quesada Jaime. Cálculo del volumen de reservorios de agua para riego. Instituto nacional de aprendizaje. p.p 1 – 19. San juan de Costa Rica Costa Rica. 2004. Internet.

12. Bernedo Málaga Leónidas. La cultura Puquina. Ediciones de la dirección de educación artística y extensión cultural. primera edición 1949, Lima – Perú.

13. Benavides María A. Andenes y riego en el Perú: un análisis de informes coloniales y republicanos. Llerena Carlos A, Inbar Moshe, Benavides María A. (Eds). CONSERVACIÓN Y ABANDONO DE ANDENES (pp. 51-65). Lima – Perú, 2004

14. Camarós Edgard, Gerard Cantoni, David Garcia, Núria Garcia Tuset, Xavier Gonzalo, Dioscórides Marín, Alba Masclans, Victoria Yannitto. LA ARQUEOLOGÍA (SOCIAL) QUE NECESITAMOS. I Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica: Dialogando con la cultura material. Tomo II. p.p 535 – 542. Madrid España. 2008.

15. Cabrera Julon Jamber. DISEÑO DE LA BOCATOMA Y CANAL DE DERIVACIÓN DE PUEBLO ESCONDIDO, SECTOR MARRIPÓN, DISTRITO DE MOTUPE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE. Tesis para optar el título de ingeniero civil ambiental. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Facultad de ingeniería escuela de ingeniería civil ambiental. Chiclayo Perú. 2019.

16. Carrión Cachot Rebeca. El culto al agua en el antiguo Perú - La paccha, elemento cultural pan-andino. Editor: Instituto Nacional de Cultura del Perú. Segunda edición. Lima Perú. 2005.

17. Chacaltana Cortez. Sofía, Cogorno Ventura Gilda. Arqueología hidráulica prehispánica del valle bajo del Rímac (Lima, Perú). Estudio de un sistema de riego costeño. Pontificia universidad católica del Perú. Instituto Riva-Agüero. Lima Peru. 2018.

18. Chambi Apaza Emilio. Reciprocidad entre el hombre andino y la madre tierra, Pachamama. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES. Escuela Profesional de Sociología. Revista Cuestiones de Sociología: Investigación en Ciencia y Desarrollo, Vol. 6, N° 1. Puno - Perú. 2017.

19. Castro Carrera, F.a, La Motta, E.J. Herramientas gráficas de diseño para determinar la pendiente mínima de auto limpieza en tuberías de alcantarillado sanitario de pequeño diámetro. Revista ingeniería del agua N° 24, p.p 49 – 63, Nueva Orleans, Luisiana, USA. 2017.

20. Cárdenas Villena Lizeth Anani, Alberto Campos Delgadillo, Lourdes Chang Cristóbal, Juan Pablo Mariluz Silva, Fernando Martín Mejía Vargas, Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar, Michael William Pacherres Cayotopa, Gastón Pantoja Tapia. "Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos". MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). Lima Perú. 2016.

21. Constantino E. Alarcón Velazco, Burga Montañez Roberto, Collazos Tuesta Oscar R, Victor I. Lizárraga Gamarra, Pérez Díaz Nelly A, Quevedo Caiña Karim L, Aparcana Díaz Brenda R, Montañez Alva, Lucinda M, Navarrete Mazzotti Reynaldo J. **"**Atlas de Heladas en el Perú". publicado por la FAO, bajo el convenio de Cooperación Técnica Institucional SENAMHI – FAO. Lima – Perú. 2010.

22. Crispín Gómez Máximo Alejandro. Acueductos de Nazca **"**la joya de la obra hidráulica de la cultura pre inca". XXVII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA, del 28 al 30 de setiembre. Lima Perú. 2016. internet.

23. Damiani Oscar a. Sistemas de riego prehispánico en el valle de iglesia, san juan, Argentina. Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Agua Subterránea. Revista Multequina n° 11, p.p 01 – 38. San Juan - Argentina. 2002.

24. Deza Rivasplata Jaime. El Agua de los Incas. Sistemas de riego en el Perú prehispánico. Universidad Alas Peruanas, Fondo editorial. Lima Perú. 2010.

25. Domínguez García Tejero, Francisco. Acequias de Riego. Editor: Ministerio de agricultura. N° 15, Madrid – España, 1950.

26. Edmundo Pedroza González, Gustavo Adolfo Hinojosa Cuéllar. Introducción a las operaciones de canales de riego, Jiutepec, Morelos México. 2022.

27. Edmundo Veras B**.** Jorge Sandoval H. Revista Quilamapu n° 28. Instituto de investigaciones agropecuarias estación experimental de Quilamapu Chillán, Chile. 1991.

28. Espín Piñar Rocío, Ortiz Moreno Eduardo, Guzmán Álvarez José Ramón, Cabrera Peña José Daniel. Manual del Acequiero. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Andalucía España. 2010.

29. Espinosa Manuel E. Ingeniería de presas de escollera. Edición de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ingeniería. Mendoza Argentina. 2010.

30. French Richard H. HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM México D. F, México. 1988.

31. García Alejandro, Damiani Oscar. Sistemas de riego y agricultura prehispánica en el centro oeste de Argentina. Revista RIVAR Vol. 7, nº 20: p.p 22-45. Universidad de San Juan. San Juan Argentina. 2020.

32. García Villanueva Nahún Hamed. OPERACIÓN DE CANALES CONCEPTOS GENERALES. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos México. 2016.

33. Garcia Noa Alejandro. Diversidad genética de pastos nativos, mediante AFLP, en ocho zonas alto andinas de Ayacucho y Huancavelica. **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA.** Tesis para obtener el grado profesional de ingeniero Agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Ayacucho Perú. 2017.

34. Gaybor Tobar Antonio. Análisis exploratorio hacia la comprensión de evolución tecnológica del riego en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador. REVISTA ECONOMÍA Vol. 70, N.o 112 (noviembre 2018), p.p 33-51. Universidad central de Ecuador. Quito Ecuador. 2018.

35. Gells Paul H. Agua **y** poder en la sierra peruana: La historia *y* política cultural del riego, rito *y* desarrollo. Pontificia universidad católica del Perú. Lima Perú. 2002.

36. González Villarreal Fernando Jorge, Carrillo Sosa Juan Javier, Mastache Mendoza Víctor Ignacio, Cerón Mayo Ana Rocío. Instituto de Ingeniería, UNAM. Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (prohtab). Capítulo 6, p.p 225 – 277. México D.F, México 2014.

37. Guadarrama González Pablo y Martínez Dalmau Rubén. Las cosmologías de los pueblos originarios sobre la Naturaleza y su influencia en el constitucionalismo. Universidad Católica de Colombia. Revista Novum Jus, Vol 17 n° 2. p.p 171 – 191. Bogotá Colombia. 2023.

38. Guaman Poma de Ayala, Felipe, Nueva Crónica y Buen Gobierno (1615). Editor, franklin Pease G.Y. Tomo II, fondo cultural económico, 2005. Lima - Perú.

39. *Guayasamín Ortíz Dayuma*. Sistemas de riego en la zona de Chiltazon La Concepción de los siglos XVI al XVIII. Antropología: Cuadernos de Investigación, Nº. 12, p.p. 69 – 84. Quito Ecuador. 2013.

40. Grana Lorena, Nahuel Camargo, María A. Zarbulin, Alina Álvarez Larrain, Griselda Valenti, M. Elena Tejerina, Diego M. Basso, Marcos Quesada. Los reservorios de agua en las redes de riego de Casabindo (Dpto. Cochinoca, Jujuy): variabilidad tecnológica y manejo de agua ancestral. Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Revista arqueología n° 2, Vol 30. p.p 1 – 24. Buenos Aires Argentina. 2024.

41. Granda Paz Osvaldo. Cronistas, Historia y Mitología. Universidad Mariana, San Juan de Pasto. Revista Criterios n° 23 p.p. 243 – 260. Nariño Colombia. 2016.

42. Heras Molinos Ángel Emilio. Instrumentos Topográficos de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Madrid España. 2011.

43. Herrera Nelson. La racionalidad campesina andina y la alimentación. El caso de la comuna de Yanaturo en la sierra central del Ecuador. Revista Española de estudios agro-sociales y pesqueros. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Revista Agricultura y sociedad, Nº 45, p.p. 183-227. Madrid España. 1987.

44. Jacobs Jane. La economía de las ciudades. Editorial Graficas Saturno. Barcelona España. 1971.

45. Kendall Ann. applied archaeology: revitalizing indigenous agricultural technology within an Andean community. Public archaeology (2005). Vol 4, p.p 205 – 221. Internet.

46. Kendall Ann. Restauración de canales y andenes agrícolas prehispánicos en los Andes usando tecnología tradicional y apropiada. Llerena Carlos A, Inbar Moshe, Benavides María A. (Eds). CONSERVACIÓN Y ABANDONO DE ANDENES. (pp. 98- 106). Lima – Perú. 2004.

47. Kendall Ann y Rodríguez Abelardo. Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería de los Andes centrales del Perú. Editor: Institut français d'études andines, Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas. Cuzco – Perú. 2019.

48. Krapovickas Antonio. La domesticación y el origen de la agricultura. Revista Bonplandia N° 19, p.p 193 – 199. Buenos Aires - Argentina, 2010.

49. Lumbreras Luis G. métodos y técnicas en arqueología. Boletín de Antropología Americana, N°. 16 p.p 51- 83. Editores: Pan American Institute of Geography and History. Michigan USA. 1987. JASTOR Internet.

50. López Hurtado Marko. Clasificación de la cerámica Churajon – Una colección de cerámica de Casapatac Cacallinca, Arequipa. Boletín de Lima N° 126, p.p 61 – 92 - 2001. Researchgate 2021. Internet.

51. Martos-Rosillo Sergio, Alfredo Durán, Milka Castro, Jorge Julián Vélez, Gricelda Herrera, José María Martín-Civantos, Luciano Mateos, Juan José Durán, Antonio González-Ramón, Ana Ruiz Constán, Jorge Jódar, Carlos Marín-Lechado, Carlos Gutiérrez; Rosa María Hermoza, Juan Diego Bardales, Fluquer Peña. La Siembra y Cosecha del Agua en Iberoamérica; un sistema ancestral de gestión del agua que utiliza Soluciones Basadas en la Naturaleza. Revista Tierra y tecnología N° 55. Madrid España. 2020.

52. Maza Poma Jesus, Combey Andy. Los Represamientos Hidráulicos Prehispánicos en el Flanco Occidental de la Cordillera Negra, Áncash, Perú. Chungara Revista de Antropología Chilena. Vol. 52, N° 4. p.p 541 – 560. Arica Chile. 2020.

53. Maza Poma Jesús. El agua de los ancestros: algunas notas sobre el sistema de riego prehispánico Huiru Catac. Ministerio de Cultura, Román Aquino Katherine (Eds). Ponencias desarrolladas del I coloquio de arqueología del museo de sitio Julio C. Tello de Paracas. p.p 92 – 115. Ica Perú. 2018.

54. Moreno Juan. Operación y mantenimiento de obras de captación por gravedad de agua superficial. Organización panamericana de la salud. Lima Perú. 2004.

55. Nadal Reimat Eugenio. Los orígenes del regadío en España. Editores: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Revista de estudios agro-sociales n° 113, p.p 7 – 37. Madrid – España.1980.

56. Nestor Cabas M. Varas Edmundo B. Compuerta de Canales. Revista Quilamapu n° 42. Instituto de investigaciones agropecuarias, subestación experimental Cauquenes. Cauquenes Chile. 1993.

57. NSDPRO. Guía de diseño e instalación de drenaje. Revista informativa de cálculo de drenaje instalada en situ. Linsay, California USA. 2007.

58. Ortiz Domínguez Martín, Cruz Avilés Arturo, Zuno Silva Jorge, Borja Soto Carlos E, Mendoza Gómora Cesar. Presión hidrostática. universidad autónoma del estado de hidalgo. Boletín Ingenio y Conciencia Vol. 8, No. 16, p.p 80 - 88. Estado de hidalgo México. 2021.

59. Pedroza González Edmundo, Gustavo Adolfo Hinojosa Cuéllar. Introducción a la operación de canales de riego en México. Morelos – México, 2022.

60. Pérez de la Cruz francisco Javier. Abastecimiento de agua. Captación de aguas superficiales. Universidad politécnica de Cartagena. Cartagena, Murcia, España. 2011.

61. Pérez Agustina José. Los mochicas: ingenieros de la costa norte de los andes centrales. Universidad de Barcelona. Trabajo Final de Grado curso 2018-2019. Grado de Historia. Barcelona España. 2019. Internet.

62. Qhapaq Amaru Jym. Cosmovisión Andina, INKA PACHAQAWAY. PACHAYACHACHIQ – Investigación y Estudios Inkásicos. Primera edición. Lima Perú. 2012.

63. Rodríguez Jiménez Rosa María, Águeda Benito Capa, Adelaida Portela Lozano. Meteorología y Climatología. Semana de la Ciencia y la Tecnología. Fundación Española para la ciencia y la tecnología. Madrid España. 2004.

64. Ruiz Romero Javier Erison. Introducción a la ingeniería hidráulica en la costa norte del Perú durante el período prehispánico. Revista Notas Históricas y Geográficas N° 22, p.p 137 – 157. Valparaíso chile. 2019.

65. Salas V. Mauricio. Reservorios de agua. Ficha 27. GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional) Costa Rica. 2023. Internet.

66. Sandoval Jorge H, Varas Edmundo B. Riego por surco. Revista Carrillas n° 5. Instituto de investigaciones agropecuarias. Temuco Chile. 1989.

67. Sandoval Illescas Jorge E. Principios de Riego y Drenaje. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala Guatemala. 2007.

68. Sieczkowska Dominika, Cmielewski Bartłomiej, Wolski Krzysztof, Paweł B. Dąbek, José M. Bastante, Wilczynska Izabela. Inca water channel flow analysis based on 3D models from terrestrial and UAV laser scanning at the Chachabamba archaeological site (Machu Picchu National Archaeological Park, Peru). Journal Archaeological SCIENCE. www.elsevier.com/locate/jas. 2021.

69. Shady Ruth. la civilización Caral: sistema social y manejo del territorio y sus recursos. Su trascendencia en el proceso cultural andino. BOLETÍN DE ARQUEOLOGÍA PUCP / N.° 10 / 59-89. Lima Perú. 2006.

70. Szykulski Józef. Tambo boletín de arqueología n° 2. Prehistoria del Perú sur (costa extremo sur). Universidad de Wroclaw – Universidad Católica Santa María, 2010, Arequipa – Perú.

71. Tuppia Pilar, Verano José, Angulo Enrique, Gálvez Modesto. Guía metodológica para la construcción de reservorios artesanales, zanjas y abrevaderos. Editor: Ministerio de agricultura y riego. (SERFOR) Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima Perú. 2018.

72. Vergara Ormeño Teresa, Quiroz Chueca Francisco. Contrapunto entre mitas: trabajo mitayo en la sierra y la costa, la ciudad y el campo en el Perú colonial. Departamento de Ciencias Históricas y Geográficas (Eds). Universidad de Tarapacá. DIÁLOGO ANDINO, Revista de historia, geografía y cultura andina Nº 69. p.p 91 – 102. Arica Chile. 2022.

73. Villón Béjar Máximo. Hidráulica de canales. editorial Villón, segunda edición. Lima-Perú. 2007.

74. Willems Bram, Scott Christopher. Andean headwaters perspective on challenges for water security in the face of global change. ANA. Lima Peru. 2016. internet.

75. Zeballos Paul Jofrey. la andenería del complejo arqueológico de Churajon. Researchgate.net. Arequipa – Peru, 2022.
https://www.researchgate.net/publication/360055496_LA_ANDENERIA_DEL_COMPLEJO_ARQUEOLOGICO_DE_CHURAJON_ABRIL_2022

76. Zeballos Paul Jofrey. Las chullpas y tumbas del complejo arqueológico de Churajon. Researchgate.net. Arequipa – Peru, 2023.
https://www.researchgate.net/publication/373118294_LAS_CHULLPAS_Y_TUMBAS_DEL_COMPLEJO_ARQUEOLOGICO_DE_CHURAJON